

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

«На правах рукопису»
УДК 676.492

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ М. Д. Гомеля

«__» _____ 2019 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 161-Хімічні технології та інженерія

на тему: Реконструкція технологічного потоку Приватного акціонерного товариства «Малинська паперова фабрика – ВАЙДМАНН» з виробництва кабельного паперу

Виконав:

студент II курсу, групи ЛЦ-381мп

Вольвах Володимир Вікторович _____

Керівник:

Кандидат хімічних наук, професор

Барбаш Валерій Анатолійович _____

Рецензент: _____

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) – 161 Хімічні технології та інженерія (Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ М.Д. Гомеля

«__» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Вольваху Володимирі Вікторовичу

1. Тема дисертації: Реконструкція технологічного потоку Приватного акціонерного товариства «Малинська паперова фабрика ВАЙДМАН» з виробництва паперу кабельного

науковий керівник дисертації професор Барбаш Валерій Анатолійович, затверджені наказом по університету від «11» листопада 2019 р. № 3875-с

2. Термін подання студентом дисертації: « 09 » грудня 2019 р.

3. Об'єкт дослідження: процеси підготовки та очистки целюлозної маси; формування, пресування, сушіння та оброблення полотна паперу кабельного

4. Предмет дослідження: технологічний потік з виробництва паперу кабельного марки КМ-140

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: обґрунтувати інноваційні зміни в технологічному потоці; навести вимоги до сировини, допоміжних хімічних речовин та готової продукції; навести технологічну схему виробництва паперу кабельного; виконати розрахунок матеріального балансу води та волокна, а також теплового балансу; обрати основне технологічне обладнання; навести об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі; навести заходи з захисту довкілля при виробництві паперу кабельного; розробити стартап-проект.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: інновації в технології виробництва паперу кабельного; технологічна схема; план цеху; поздовжній розріз; поперечний розріз; результати зведеного матеріального балансу;

7. Орієнтовний перелік публікацій:

1. Вольвах В.В., Артеменко М.П., Барбаш В.А. Забезпечення безпечної роботи формуючих сіток папероробної машини на високих швидкостях/ Збірник тез доповідей XVII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада 2019 листопада 2019 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019, с. 151-152.

2. Артеменко М.П., Вольвах В.В., Барбаш В. А. Зменшення кількості втрат волокна у виробництві картону для плоских шарів гофрокартону/ Збірник тез доповідей XVII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада 2019 листопада 2019 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019, с. 145-146.

8. Дата видачі завдання «28» жовтня 2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Обґрунтування інноваційних змін, затвердження технологічної схеми	29.10 – 04.11. 2019 р.	
2	Оформлення вимог до сировини, хімікатів та готової продукції; представлення вихідних даних та блок-схеми для розрахунку матеріального балансу води та волокна	05.11 – 11.11. 2019 р.	
3	Розрахунок та оформлення матеріального балансу; розрахунок основного технологічного обладнання	12.11 – 18.11. 2019 р.	
4	Опис будівельної частини. Розробка заходів з охорони довкілля	19.11 – 25.11. 2019 р.	
5	Розробка стартап-проект. Загальне оформлення магістерської дисертації	26.11 – 12.11 2019 р.	

Студент

_____ В.В. Вольвах

Науковий керівник дисертації

_____ В.А. Барбаш

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 93 стор., 33 табл., 9 рис., 12 літературних джерел., додатки А

Актуальність теми: На внутрішньому та світовому ринку великим попитом користується електроізоляційний папір як компонента високовольтної паперово-просоченою ізоляції. Виробництво даного виду продукції є складним технологічним процесом, який включає в себе низку технічних процесів та потребує чіткого контролю за ними. На сьогоднішній день залишаються не вирішеними питання виготовлення електроізоляційного паперу високої якості при мінімальних затратах сировини та енергоресурсів на виробництво кабельного паперу.

Мета і задачі дослідження: реконструкція технологічного потоку ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн» з виробництва паперу кабельного для нарощування потужностей виробництва та підвищення якості продукції.

Для досягнення вказаної мети було поставлено наступні задачі:

1. Провести аналітичний огляд літератури щодо визначення нових технологічних рішень із виробництва паперу кабельного та обґрунтувати інноваційні зміни в технологічному потоці;
2. Навести вимоги до сировини, допоміжних хімічних речовин та готової продукції і розробити технологічну схему виробництва паперу кабельного;
3. Виконати розрахунок матеріального балансу води та волокна, а також теплового балансу та зробити вибір основного технологічного обладнання;
4. Навести об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі;
5. Розробити заходи з захисту довкілля при виробництві картону тарного;
6. Розробити стартап-проект.

Об'єкт дослідження – процес виробництва паперу кабельного .

Предмет дослідження – технологічні параметри процесу виробництва паперу кабельного у технологічному потоці ПрАТ «Вайдманн-МПФ»

Практичне значення одержаних результатів. Наведена технологічна схема виробництва паперу, описані почергово стадії формування полотна, вибрані технічні умови, наведений стандарт на сировину, допоміжні матеріали. Провели необхідну роботу по обґрунтуванню реконструкцій, підібрали обладнання. Здійснили розрахунок матеріального и теплового балансу, механіко – енергетичний розрахунок . Розділ об’ємного планування познайомить з розташуванням фабрики та основними будівлями. Це надасть змогу більш конкретно уявити всі шляхи доставки сировини та вивезення готової продукції. Оскільки вдале розташування значно скорочує витрати та економить час .

В розділі охорони праці описані шкідливі фактори які присутні на виробництві, адже виробництво паперу досить складний процес який включає в себе безліч агрегатів та обладнання які становлять небезпеку для життя людей . Наведені заходи протипожежної безпеки.

В економічній частині проекту розраховано основні техніко-економічні показники виробництва. Описані основні статті витрат. Основним напрямком ПАТ «МПФ Вайдманн» є виготовлення електроізоляційного паперу та картону для електротехнічної промисловості. Папір продовжує залишатися одним із найкращих електроізоляційних матеріалів в різноманітних електро – і радіотехнічних апаратах та машинах.

Папір кабельний марок К-080, К-120, К-170 та КМ-140 використовується для ізоляції силових кабелів на напругу до 35кВ включно, для ізоляції телефонних кабелів та обмоточних проводів, для виготовлення різних електроізоляційних виробів та повинен відповідати показникам якості згідно ГОСТ 23436-83.

Апробація результатів дисертації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 2 друкованих праць:

ЦЕЛЮЛОЗА, РОЗПУСК, ОЧИЩЕННЯ, СОРТУВАННЯ, РОЗМЕЛЮВАННЯ,
ПАПЕРОРОБНА МАШИНА, ПАПІР КАБЕЛЬНИЙ, ГІДРОПЛАНКА, РЕГІСТРОВА
ВОДА, КОАГУЛЬОВАНА ВОДА

ZUSAMMENFASSUNG

Masterarbeit: 93 Seiten, 33 Tabellen, 9 Abbildungen, 12 Literaturquellen, 2 Beilagen

Relevanz des Themas: Heute stellt sich zunehmend die Frage, qualitativ hochwertiges Elektroisolierpapier mit minimalen Kosten für Rohstoffe und Energieressourcen für seine Herstellung herzustellen. Die Herstellung von Kabelpapier ist ein komplexer Prozess, der viele technische Prozesse umfasst und eine klare Kontrolle darüber erfordert. Auf dem nationalen und globalen Markt ist dieses Produkt sehr gefragt.

Zweck und Aufgaben der Forschung: Rekonstruktion des technologischen Stroms der PJSC-Papierfabrik Weidmann in Malinsk zur Herstellung von Kabelpapier für den Kapazitätsaufbau und zur Sicherstellung der Herstellung von Qualitätsprodukten.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden folgende Aufgaben gestellt:

1. Führen Sie eine analytische Überprüfung der Literatur durch, um neue technologische Lösungen für die Kabelpapierherstellung zu ermitteln
2. innovative Änderungen im technologischen Ablauf zu rechtfertigen;
3. Anforderungen an Rohstoffe, Hilfschemikalien und Fertigerzeugnisse festlegen;
4. ein technologisches Schema für die Herstellung von Kabelpapier zu entwickeln;
5. Berechnen Sie die Stoffbilanz von Wasser und Ballaststoffen sowie die Wärmebilanz.
6. die technologische Grundausstattung zu wählen;
7. Geben Sie eine dreidimensionale Planungs- und Entwurfslösung des Gebäudes an.
8. Maßnahmen zum Umweltschutz bei der Herstellung von Verpackungskartons festlegen;
9. Entwickeln Sie ein Startprojekt

Gegenstand der Untersuchung ist der Herstellungsprozess von Kabelpapier

Forschungsgegenstand - Technologische Parameter des Herstellungsprozesses von Kabelpapier im Technologiestrom der PJSC "Weidmann-MPF"

Die praktische Bedeutung der erzielten Ergebnisse. Das technologische Schema der Papierherstellung, die abwechselnden Stufen der Stoffbildung, die Spezifikationen, der

Standard für Rohstoffe und Hilfsstoffe werden beschrieben. Die notwendigen Arbeiten durchgeführt, um den Umbau ausgewählter Geräte zu rechtfertigen. Die Material- und Wärmebilanz wurden berechnet, die mechanische und energetische Berechnung. Der detaillierte Planungsabschnitt macht Sie mit dem Standort der Fabrik und den Hauptgebäuden vertraut. Dies gibt einen genaueren Überblick über alle Arten der Lieferung von Rohstoffen und des Exports von Fertigprodukten. Denn ein guter Standort senkt die Kosten erheblich und spart Zeit.

Der Abschnitt zum Arbeitsschutz beschreibt die schädlichen Faktoren, die bei der Herstellung auftreten, da die Herstellung von Papier ein komplexer Prozess ist, bei dem viele lebensgefährliche Einheiten und Geräte zum Einsatz kommen. Die Brandschutzmaßnahmen sind angegeben.

Im wirtschaftlichen Teil des Projekts werden die wichtigsten technischen und wirtschaftlichen Produktionsindikatoren berechnet. Die Hauptkostenpositionen werden beschrieben. Die Hauptaufgabe der PJSC "MPF Weidmann" ist die Herstellung von Elektroisolierpapier und -karton für die Elektroindustrie. Papier ist nach wie vor eines der besten Isoliermaterialien in einer Vielzahl von Geräten und Maschinen der Elektro- und Funktechnik.

Papierkabelqualitäten K-080, K-120, K-170 und KM-140 werden zur Isolierung von Stromkabeln bis einschließlich 35 kV, zur Isolierung von Telefonkabeln und Wicklungsdrähten, zur Herstellung verschiedener elektrischer Isolationsprodukte verwendet und müssen die Qualitätsindikatoren gemäß GOST 23436 erfüllen -83.

Prüfung der Ergebnisse der Arbeit.

Veröffentlichungen. Nach den Ergebnissen der Dissertation wurden 2 gedruckte Werke veröffentlicht:

ZELLULOSE, LÖSUNG, REINIGUNG, SORTIEREN, FRÄSEN,
PAPIERMASCHINE, PAPIERKABEL, HYDROPLANE, WASSERREGISTER,
KOAGULAR

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ІННОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КАБЕЛЬНОГО ПАПЕРУ.....	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	13
2.1. Технічні умови до сировини та готової продукції.....	13
2.2. Технологічна схема виробництва паперу кабельного км-140 для ізоляції силових кабелів.....	18
2.3 Блок-схема виробництва кабельного паперу.....	24
2.4. Дані для розрахунку балансу води і волокна виробництва паперу кабельного марки км-140.....	25
2.5. Матеріальний баланс волокна і води.....	26
2.6. Теоретичні відомості про основні процеси виробництва.....	49
2.7. Питомі норми витрат сировини, допоміжних матеріалів і енергоресурсів.....	59
2.8. Механіко – енергетична частина.....	70
2.9. Розрахунок теплового балансу.....	73
3 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	75
4 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ.....	76
5 СТАРТАП ПРОЕКТ.....	77
1. Опис ідеї проекту.....	77
2. Технологічний аудит ідеї проекту.....	78
3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	79
4. Розроблення ринкової стратегії проекту.....	86
5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	89
ВИСНОВКИ.....	91
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	93

ВСТУП

На сьогоднішній день все більше виникає питання виготовлення електроізоляційного паперу високої якості при мінімальних затратах сировини та енергоресурсів на його виробництво. Виробництво кабельного паперу складний процес, який включає в себе безліч технічних процесів та потребує чіткого контролю за ними. На внутрішньому та світовому ринку даний вид продукції користується великим попитом.

Одним з підприємств, яке може виробляти даний продукт є ПрАТ «Вайдманн-МПФ». Основними складовими для нормального функціонування виробництва на ПрАТ «Вайдманн-МПФ» є:

- 1) Наявність високорозвинутих залізничних і автомобільних шляхів для доставки сировини і постачання готової продукції.
- 2) Вдале розміщення потужностей біля р. Ірша, яка забезпечує фабрику необхідною водою.

Однак для підпримання високого рівня конкурентноспроможності на ринку виникає питання зменшення затрат на виробництво даного продукту без втрати якісних показників.

Тому метою даної магістерської дисертації є реконструкції технологічного потоку Приватного акціонерного товариства «Вайдманн-МПФ» з виробництва кабельного паперу та модернізація основного технологічного обладнання при зменшених затратах на собівартість продукції.

Заснована в 1871 року Малинська паперова фабрика (МПФ). У дореволюційний період асортимент паперу мав попит і витримував конкуренцію на ринку, поступово розростався. Збільшувався і капітал. При союзі МПФ була монополістом у виробництві конденсаторного паперу. У 1991 році, постачальники сировини і партнери МПФ залишилися у іншій країні. Відтоді все доводилося робити заново, спочатку налагоджувати контакти і ухвалювати життєво важливі рішення. До 1994 року рівень виробництва на фабриці впав до 40% порівняно з 1990 роком.

Продукція малинської фабрики стала неконкурентоспроможною — її собівартість набагато перевищувала ринкові ціни продуктів аналогічних сортів. МПФ була включена до загальнодержавного процесу приватизації. На Заході всі компанії продають свої акції, коли активи мають максимальну вартість. У Україні зазвичай продають акції, коли активи знецінені. Фабрика стала відкритим акціонерним підприємством ще в 1994 році, проте реальний власник з'явився тільки у 1999 року: основним акціонером МПФ стала швейцарська корпорація WICOR Holding AG.

Weidmann Systems International має представництва на всіх континентах . Співробітничав зі всіма найбільшими виробниками трансформаторів в світі. У групу WICOR входять підприємства-виробники деталей з полімерів та пластмаси для автомобільної і медичної промисловості. Купивши контрольний пакет зробили прямі інвестиції, WICOR Holding AG, в розвиток виробництва ПАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн» протягом 1999—2001 рр. склали 3 млн. доларів США. Це дало відповідні результати — об'єм експорту з України продукції МПФ в 2001 році досяг рівня майже в 3,5 млн. доларів США.

Продукція фабрики експортується до Молдови, Болгарії, Ірану, Німеччини, Швейцарії, Франції, Росії, Білорусі, Узбекистану, Вірменії, Польщі, Казахстану і інших країн. У 2005 року Малинська ПФ отримала сертифікат відповідності системи управління якістю вимогам Міжнародного стандарту ISO 9001-2000 .

Тому магістерська дисертація присвячена реконструкції технологічного потоку ПАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн» з виробництва кабельного паперу та модернізації основного технологічного обладнання при зменшених затратах на собівартість продукції.

1 ІННОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КАБЕЛЬНОГО ПАПЕРУ

Папір кабельний марки КМ-140 паперовій промисловості має великий попит на світовому та вітчизняному ринках. На ПрАТ «Вайдманн-МПФ» виробництво паперу кабельного марки КМ - 140 здійснюється на технологічному потоці двосіткової папероробної машини 15 цеху 5. На даний час обладнання та технологія технологічного потоку фізично і морально застаріло. У зв'язку з цим пропонується провести реконструкцію даного підприємства із внесенням наступних змін в існуючий технологічний потік виробництва паперу:

1. Установку безперервного розмелу зі здвоєними двохдисковими рафінерами, в кількості 6 шт., вдосконалити шляхом заміни звичайних дисків на диски з алмазним напиленням. Така заміна забезпечить більш високу якість паперової маси, нижчу витрату енергії на розмелювання завдяки зниженню гідродинамічних втрат, простоту обслуговування, зменшену трудомісткість заміни зношеної гарнітури та значно підвищиться якість волокна[1].

2. Для покращення експлуатаційних характеристик електроізоляційного паперу пропонується введення в паперову масу екологічно безпечної модифікаційної добавки хітин-глюканового комплексу [2]. Введення у склад целюлозної основи хітин-глюканового комплексу сприяє підвищенню нагрівостійкості паперу, зберігання показників механічної міцності на високому рівні у процесі довготривалого термічного старіння, підвищує сорбційну активність електроізоляційного паперу по відношенню до продукту деструкції компонентів паперової ізоляції в умовах каталітичного впливу міді.[2]

3. На нижньому формуючому столі, на гауч-вал встановити додатковий вал ламбрекер, що дасть можливість більш якісно проводити зневоднення паперового полотна і додатково зменшити вологість паперового полотна на 1-1.5%. Це, у свою чергу, дозволить знизити витрати пари у сушильній частині .[7]

4. Для покращення контролю дотримання визначених значень параметрів технологічного процесу пропонується встановити скануючу систему регулювання та

контролю «Тригла», що дозволить оперативно здійснювати регулювання технологічних параметрів у реальному часі. [7]

Впровадження запропонованих реконструкції у технологічний потік ПрАТ «Малинська паперова фабрика-Вайдманн» з виробництва кабельного паперу дозволить:

- збільшити об'єми виробництва продукції, яка має попит на світовому і вітчизняному ринку;
- знизити витрати на енергоресурси;
- поліпшити якість кабельного паперу;
- знизити собівартість продукції.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Технічні умови до сировини та готової продукції

Папір кабельний для ізоляції силових кабелів на напругу до 35 кВ включно.
Технічні умови. ГОСТ 23436[6]

Настоящий стандарт распространяется на кабельную бумагу, предназначенную для изоляции силовых кабелей на напряжение до 35 кВ включительно, для изоляции телефонных кабелей и обмоточных проводов, для изготовления различных электроизоляционных-изделий.

Стандарт устанавливает требования к кабельной бумаге, изготавливаемой для нужд народного хозяйства и для поставки на экспорт.[6]

1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И РАЗМЕРЫ

1.1. Кабельная бумага должна изготавливаться следующих марок:

К-080, К-120, К-170 – двухслойная;

КМ-080, КМ-100, КМ-120, КМ-140, КМ-170 – многослойная;

КПМ-140, КПМ-120 – многослойная упрочненная.

1.2. Кабельная бумага должна изготавливаться в рулонах шириной 500, 650, 670, 700, 750 и 1000 мм и диаметром 500 – 800 мм.

Предельные отклонения по ширине рулона не должны превышать ± 3 мм. По согласованию с потребителем допускается выпуск кабельной бумаги в рулонах другой ширины.[6]

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Бумага должна изготавливаться из электроизоляционной небеленой сульфатной целлюлозы.

Бумага должна быть изготовлена в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологическим регламентам, утвержденным в установленном порядке.[6]

Таблица 2.1 – Основные параметры и размеры

Наименование показателя	Норма для бумаги марки				Метод испытания
	КМ-080	КМ-100	КМ-120	КМ-140	
Состав по волокну, %: целлюлоза сульфатная небеленая по нормативно-технической документации	100	100	100	100	По ГОСТ 7500-85
Толщина (мкм)	80±5	100±5	120±7	140±7	По ГОСТ 27015-86
Плотность (г/см ³)	0.76±0.05	0.76±0.05	0.78±0.05	0.78±0.05	По ГОСТ 27015-86
Разрушающее усилие, Н(кгс), не менее: в машинном направлении; в поперечном направлении	83(8,5)	98(10)	142(14,5)	157(16,0)	По ГОСТ 13525.1-79
	39(4,0)	44(4,5)	64(6,5)	74(7,5)	
Относительное удлинение, %, не менее: в машинном направлении в поперечном направлении	2,2	2,6	3,2	2,8	По ГОСТ 13525.1-79
	7,0	9,0	9,5	9,5	
Воздухопроницаемость, см ³ /мин, не более	60	40	40	40	По ГОСТ 13525.14-77
Массовая доля золы, %, не более	0,6	0,6	0,6	0,6	По ГОСТ 7629-77 и п.4.4а н. с.
Удельная электрическая проводимость водной вытяжки, мкСм/см, не более: при модуле 1:50 при модуле 1:20	35	35	35	35	По ГОСТ 8552-72
	70	70	70	70	
рН водной вытяжки	7,0-9,0	7,0-9,0	7,0-9,0	7,0-9,0	По ГОСТ 12523-77 и п.4.4 н.с.
Влажность, %, не более	8	8	8	8	По ГОСТ 13525.19-71 разд.3

Показатели качества кабельной бумаги должны соответствовать нормам, указанным в таблице.

Бумага должна изготавливаться машинной гладкости.

Просвет кабельной бумаги должен соответствовать образцу, согласованному с потребителем.[7]

В бумаге не допускаются складки, пятна, морщины, отверстия, металлические и минеральные включения, видимые невооруженным глазом.

Малозаметные складки, морщины, пятна волокнистого происхождения площадью до 10 мм², которые не могут быть обнаружены в процессе перемотки, допускаются, если показатель этих внутрирулонных дефектов не превышает 2%.

Бумага марок К и КМП должна изготавливаться цвета натурального волокна, а также окрашенной в красный, зеленый и синий цвета, а марок КМ цвета натурального волокна.

Намотка кабельной бумаги должна быть плотной и равномерной по всей ширине рулона.[7]

Обрез кромок должен быть ровным, без разрывов.

Концы полотна бумаги в местах обрывов должны быть отмечены цветными сигналами, видимыми с торца рулона. Количество обрывов в рулоне диаметром до 750 мм включительно не должно быть более двух, а диаметром свыше 750 мм – не более трех.

Упаковка и маркировка рулонов бумаги, предназначена для экспорта, должна соответствовать требованиям заказов-нарядов внешнеторгового объединения.[7]

Целюлоза хвойна сульфатна невібілена електроізоляційна. Марка ЕКБ. Технічні умови. ТУ 5411-002-18854671 [7]

Технические параметры и характеристики

Целлюлоза должна соответствовать требованиям настоящих технических условий и «Технологическому регламенту № 1 производства целлюлозы сульфатной небеленой для конденсаторных, кабельных бумаг, электрокартона и тароупаковочных видов бумаг», утвержденному в установленном порядке.[7]

Показатели качества целлюлозы марки ЭКБ должны соответствовать нормам, приведенным в таблице:

Таблица 2.2 – Качественные показатели целлюлозы

Наименование показателя	Норма	Методы испытаний
1. Степень делигнификации, п.е.	24-33	По ГОСТ 10070
2. Динамическая вязкость медно-аммиачного раствора с массовой концентрацией целлюлозы 8 г/дм ³ , мПа с, не менее	55	По ГОСТ 12395
3. Механическая прочность при размоле в мельнице ЦРА до $(60 \pm 1)^\circ$ ШР, разрывная длина, м, не менее	9800	По ГОСТ 14363.4
4. Массовая доля золы, %, не более	0,5	По ГОСТ 18461
5. pH водной вытяжки	8,0	По ГОСТ 12523
6. Удельная электрическая проводимость водной вытяжки, мкСм/см, не более - при модуле 1:20 - при модуле 1:50	4,0 2,0	По ГОСТ 8552
7. Сорность, отнесенная к условной массе 500 г в абсолютно сухом состоянии площадью - от 0,1 до 2,0 мм ² включительно, шт., не более - свыше 2,0 мм	2000 0	По ГОСТ 14363.3
8. Влажность, %, не более	20,0	По ГОСТ 16932

Примечание: условия кондиционирования образцов в соответствии с МС ИСО 554 и ГОСТ 13523 режим 1.

Относительная влажность воздуха – $(50 \pm 2)\%$; температура – $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$. [7]

Вода виробнича коагульована. Технічні вимоги. СТП 4.036-2008

Цей стандарт встановлює вимоги до води виробничої коагульованої (далі по тексту вода коагульована), показників її якості та методів їх вимірювання. Вода коагульована призначена для виготовлення паперу та картону. [7]

Вимоги цього стандарту є обов'язковими для цеху водопостачання та очищення стоків (ВОС).

Якість коагульованої води, яка подається на виробництво, повинна відповідати вимогам, зазначеним в таблиці 2.3.[7]

Таблиця 2.3 – Вимоги до коагульованої води

Назва показника	Норма	Метод випробування
1. Прозорість, %, не менше	77	СТП 4.036-2008
2. Лужність загальна, мг-екв/л	Фактичне значення	Ю.Ю.Лурье "Унифицированные методы анализа вод" стор. 67-68 та п. 5.2 СТП 4.036-2008
3. Масова концентрація іонів Al^{3+} , мг/дм ³ , не більше	0,05	ГОСТ 18165
5. Питома електрична провідність, мкСм/см	Не повинна перевищувати питому електропровідності води р. Ірша на 30 мкСм/см	Ю.Ю.Лурье "Унифицированные методы анализа вод" стор. 50-55 та п. 5.4 СТП 4.036-2008
6. Вміст заліза, мг/дм ³ , не більше	0,1	ГОСТ 4011
7. Жорсткість загальна, мг-екв/л, не більше	4,0	ГОСТ 4151
8. Окислюваність по O_2 , мг/дм ³ , не більше	8	Ю.Ю.Лурье "Унифицированные методы анализа вод" стор. 77-79 та п. 5.5 СТП 4.036-2008
9. Вміст хлоридів, мг/дм ³	Не повинен перевищувати вміст хлоридів води р. Ірша на 15 мг/дм ³	ГОСТ 4245
10. Температура, °C	Фактичне значення	Та п. 5.6 СТП 4.036-2008

2.2. Технологічна схема виробництва паперу кабельного КМ-140 для ізоляції силових кабелів

Технологічна схема виробництва паперу кабельного наведена на рис. 2.1.

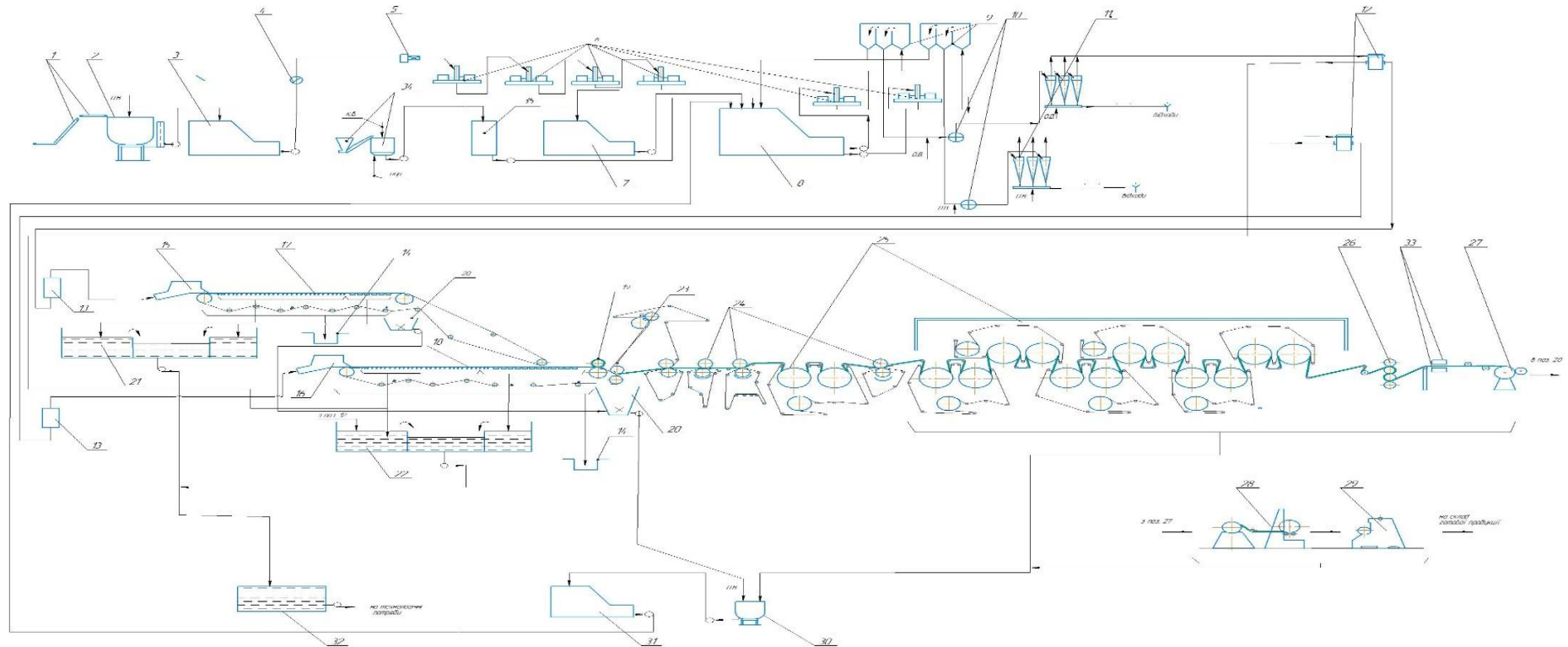


Рис. 2.1 Технологічна схема виробництва паперу кабельного

1-Завантажувальний транспортер гідророзбивача з вагами; 2-гідророзбивач целюлози; 3-приймальний басейн сирової маси; 4 - магнітний сепаратор; 5-здвоєний енштипер; 6-здвоєний дисковий рафінер; 7-приймальний басейн №1 ; 8-композиційний басейн ; 9-ящик постійного рівня; 10-змішувачий насос; 11-одноступенева центриклинерна установка; 12-вертикальна сортувалка; 13-заспокійливий бак паперової маси; 14-стічні канали; 15, 16-напірний пристрій; 17, 18-сітковий стіл ; 19-вал-ламбрекер; 20-гауч перемішувач; 21, 22-збірник зворотної води; 23-пресова частина, передатний прес; 24-ІІ прес (прямий звичайний) ІІІ прес (прямий звичайний) ; 25-сушильна частина; 26-машинний каландр; 27-тамбурний накат ; 28-поздовжньо-різальний верстат м.С5-201.00.000; 29 - бобінорізальний верстат ; 30-гідророзбивач сухого браку; 31-басейн зворотного волокна; 32-басейн освітлених вод; 33-система регулювання та контролю «Тригла»; 34-установка-реактор ; 35-акумулююча ємність.

Технологічний процес виробництва включає наступні стадії:

- підготовка сировини, розпуск і розмелювання волокнистого напівфабрикату;
- приготування композиції маси для виготовлення паперу;
- виготовлення паперу на папероробній машині;
- розрізання тамбуру паперу на поздовжньо-різальному верстаті;
- пакування та транспортування рулонів паперу на складську ділянку.

Підготовка сировини, розпуск та розмелювання целюлози.

Целюлоза сульфатна невібілена марки ЕКБ зі складу сировини подається в розмелювальню – підготовчий відділ, розпаковується і окремими листами подається по транспортеру (1) для розпускання в гідророзбивач (2) вертикального типу, куди одночасно подається оборотна вода для досягнення концентрації маси біля 2,2%. Ступінь млива целюлози становить 14 °ШР.[4]

Із гідророзбивача суспензія целюлози насосом перекачується в басейн сирової маси (3). Далі маса для уловлювання феромагнітних включень проходить через магнітний сепаратор (4) та для додаткового розволокнення та для розбивання згустків поступає у здвоєний дифлокулятор (5). Для розмелювання маса подається на здвоєні дискові млини (6) у кількості 4 шт. Розмелювання маси проводиться поступово, з зростанням навантаження на дискових млинах. Після кожного млина ступінь млива збільшується на 4 °ШР. Після розмелювання маса направляється в приймальний басейн №2 (7).[4]

Приготування модифікуючої добавки з хітин-глюконового комплексу *Aspergillus niger* (ХГК А.п.)

Для покращення експлуатаційних характеристик електроізоляційного паперу запропоновано, в паперову масу вводиться екологічно безпечна модифікаційна добавка хітин-глюконового комплексу.[2] Введення у склад целюлозної основи хітин-глюконового комплексу сприяє підвищенню нагрівостійкості паперу, зберігання показників механічної міцності на високому рівні у процесі довготривалого термічного старіння, підвищує сорбційну активність

електроізоляційного паперу по відношенню до продукту деструкції компонентів паперової ізоляції в умовах каталітичного впливу міді.[2,8]

Для цього встановлюється установка-реактор (34), куди подається коагульована вода та підведений пар. Вода за допомогою подачі пару нагрівається до 80-90 °С. У реактор також подають шнековим транспортером сухий гідроксид натрію, який розбавляють водою до концентрації 30%. Потім у реактор завантажують хітин-глюконовий комплекс - порошок з середнім розміром частин 20-50мкм - і витримують дві години за постійного перемішування. Це сприяє повному розтворенню мицелія та створення вязкого розчину, який нейтралізують соляною кислотою. Суспензію перекачують у акумулятивну ємність з мішалкою (35). Готовий розчин хітин-глюконового комплексу насосом подають у робочий басейн (8) у кількості 10 % від маси електроізоляційної целюлози.[2,9]

Приготування композиції маси для виготовлення паперу

Паперова маса після розмелювально – підготовчого відділу подається в машинний басейн (8), де відбувається вирівнювання композиційного складу і створюється визначений запас маси для стабільної роботи машини. В машинний басейн дозуються також зворотні відходи з басейну оборотного браку (31) та надходить маса із переливного відділу ящиків постійного напору. Концентрація маси в машинному басейні досягає 3,5 %.[7]

З машинного басейну (8) маса розділяється на 2 потоки: для верхнього та нижнього сіткових столів. Для остаточного розмелювання та для регулювання ступеня млива маса з машинного басейну насосом подається на дисковий млин і далі в бак постійного напору (9), що забезпечує рівномірну подачу маси. Бак постійного напору має три відділення: приймальне, переливне і відділення постійного напору. Маса надходить у приймальне відділення знизу, переливається через більш низьку перегородку у відділ постійного напору, з якого направляється на машину. Надлишок маси, через більш високу перегородку, переливається і повертається в машинний басейн. Далі маса для регулювання подачі та розбавлення подається у змішувальні насоси №2 (10), які під постійним напором самопливом надходить оборотна вода із збірника оборотних вод до досягнення концентрації 0.4%.[7]

Перед формуванням паперу, розбавлена паперова маса піддається очищенню, оскільки від цього залежить якість паперу і робота самої машини. Для очищення маси від важких мінеральних та металевих включень, також для видалення повітря маса подається на установку вихорових очисників (11). Відходи від очисників скидаються до відвалу.[7]

Для додаткового очищення від забруднень волокнистого характеру (вузли, слизу, закатишів) маса поступає до сортувалки (12). Вода та дрібне волокно після сортувалок направляється в збірник обігової води (22).

Виготовлення паперового полотна на ПРМ

Очищена паперова маса концентрацією 0,35% через заспокійливі баки (13) подається на напускні пристрої (15, 16), звідки безперервно поступає на верхній та нижній сіткові столи ПРМ (17, 18), де відбувається формування паперового полотна та його зневоднення. При цьому, з'єднання верхнього і нижнього паперових полотен відбувається на відсмоктувальних ящиках нижнього сіткового столу. Сухість полотна становить 12%. На гауч-валу встановлений додатковий вал – ламбрекер (19). Паперове полотно після гауч-валу сіткової частини машини із сухістю 19 % за допомогою вакуум -пересмоктувального пристрою (23) передається в пресову частину ПРМ (24), де відбувається подальше зневоднення полотна. Пресова частина складається з передаточного пресу і трьох пресів: I – відсмоктувальний, II та III – прямий звичайний. Паперове полотно після пресової частини має сухість 37 %.

Для остаточного зневоднення паперове полотно поступає в сушильну частину ПРМ, де видаляється надлишкова кількість вологи.

Після чого висушується на 14 паперосушільних циліндрах (25). Сухість паперового полотна після сушильної частини складає 95 %. Далі полотно каландрується на машинному чотирьохвальному каландрі (26), перевіряється вимірювальною системою «Тригла» (33) для контролю та корекції показників і на відсутність феромагнітних включень і намотується на тамбурний накат (27).

Переробка браку

Технологічною схемою передбачено використання мокрого і сухого браку. Видалення і переробка «мокрого» і «сухого» браку передбачається, як в разі обривів паперового полотна, так і за безвідривної роботи ПРМ.

«Мокрий» брак у випадку обриву полотна, а також відсічки під час безвідривної роботи машини подаються в гауч-мішалку (20), далі подаються у гідророзбивач (30), а потім у басейн зворотного волокна (31).

«Сухий» брак із сушильної частини та з ділянки оброблення паперу направляється в гідророзбивач сухого браку (30). Для розпускання браку використовується оборотна вода із басейна освітлених вод (32). Розпущена маса насосом з гідророзбивача (30) подається в басейн розмеленого браку (31), а потім дозується в кількості до 7 % в композиційний басейн (8).

Використання обігової води

Технологічною схемою передбачено також використання обігових вод. Регістрові води, які містять велику кількість дрібного волокна використовуються на технологічні потреби, тобто поступають в гідророзбивач, центриклінери, змішувальний насос. Вода з більш низьким вмістом волокна, тобто це вода від гауч-вала, відсмоктувальних ящиків та від промивання сітки - це смоктунові води. Надлишкові води, які утворюються за рахунок переливу регістрових та смоктунових вод, подаються також в підсітковий басейн (21; 22), а потім насосами перекачуються у басейн освітлених вод (32).

Тамбур паперу, знятий з ПРМ, подається на поздовжньо-різальний верстат (28) для розрізання на рулони, розмір яких повинен відповідати замовленню.

Намотування паперу здійснюється на паперові гільзи (СТП 4.041-2004) з внутрішнім діаметром $(76,2 \pm 0,5)$ мм і товщиною стінки $(10,0 \pm 0,5)$ мм, або на паперові гільзи, закуплені у інших виробників.[7]

Після заправлення паперового полотна вручну, верстат зупиняється, паперове полотно приклеюється до гільз силікатним клеєм і верстат запускається в роботу. Початкове намотування паперу на гільзи повинно бути максимально щільним для

забезпечення технологічності виконання наступних транспортних операцій з рулонами.

Склеювання повинно забезпечувати безобривне відмотування паперу у споживача в процесі його перероблення. Кількість склеювань – не більше 2 шт.

Склеювання паперу виконується полівінілспиртовим клеєм власного приготування. В процесі склеювання кінці паперового полотна в місцях поривів повинні бути акуратно обрізані під лінійку або відрізані гострим ножом після перегинання паперу за твірною лінією. За допомогою пензлика на відстані не більше 10мм від краю паперового полотна наноситься тонкий шар клею шириною (5-10) мм. Інший (верхній) кінець паперу вирівнюється, натягується і притискається до місця нанесення клею після чого розгладжується руками. [7]

Під місце склеювання підводиться прокладка, виготовлена з 1-4 шарів пакувального паперу. Склеювання просушується попередньо нагрітою до (100-120)°С праскою через 1 шар паперу типу П. Верхній надлишковий кінець паперу відривається під лінійку паралельно лінії склеювання на відстані не більше 10мм.[4]

Кожний рулон паперу загортається на перемотувальному верстаті (29) в один шар поліетиленової плівки (ГОСТ 10354-82), кінці якої скріплюються за довжиною рулону за допомогою праски та загортається в 1-2 шари пакувального паперу (ширина полотна пакувального паперу повинна відповідати ширині рулону). Потім рулон паперу зважується і подається для подальшого пакування. [7]

На торцях рулону плівка загинається в гільзу і закріплюється пластмасовими або дерев'яними пробками.

На торець рулону накладається круг пакувального паперу згідно з СТП 4.099-2004 та круг картону пакувального. Потім рулон обгортають не менше ніж в 6 шарів пакувального паперу, кінці якого по довжині рулону склеюють силікатним клеєм. На торці рулону наклеюють по 1 кругу картону пакувального. На бокову частину та торець рулону наклеюються ярлики. Упаковані рулони паперу направляються на склад готової продукції.[4]

2.4. Дані для розрахунку балансу води і волокна виробництва паперу кабельного марки КМ-140

Таблиця 2.4.

№	Найменування параметру	од. виміру				
			Джерело [3]	Джерело [5]	Дані підприємства	Прийняті до розрахунку
	2		4	5	6	7
Концентрація маси на різних стадіях виробництва:						
	після сушіння	%	94	93-94	95	95
	після пресів	%	35-50	32-36	36	36
	після гауча (верхній с.с.)	%	17-25	18-20	16,1	18
	після гауча (нижній с.с.)	%	17-25	18-20	17,8	18
	після відсмоктувальних ящиків (в.с.с)	%	10-14	9-10	15,2	11
	після відсмоктувальних ящиків (н.с.с)	%	10-14	9-10	17,0	11
	після гідропланок (верхній с.с.)	%	2,5-3,0	2-2,5	4,7	3,1
	після гідропланок (нижній с.с.)	%	2,5-3,0	2-2,5	5,4	3,1
	в напорному ящику (верхній с.с.)	%	0,15-0,30	0,30-0,35	0,33	0,35
	в напорному ящику (нижній с.с.)	%	0,15-0,30	0,30-0,35	0,38	0,35
	у машинному басейні	%	2-4	2-4	1,7	3,0
Концентрація відхідних вод:						
	після гідропланок (верхній с.с.)	%	0,35	0,30	0,0092	0,025
	після гідропланок (нижній с.с.)	%	0,35	0,30	0,0091	0,025
	у підсітковій ванні (верхній с.с.)	%	0,005	0,005	0,0092	0,005
	у підсітковій ванні (нижній с.с.)	%	0,005	0,005	0,0089	0,005
	відсмоктувальних ящиків (верхній с.с.)	%	0,02	0,26	0,0086	0,01
	відсмоктувальних ящиків (нижній с.с.)	%	0,02	0,26	0,0087	0,01
	пресів	%	0,1	0,1	0,0003	0,01
	гауч валу (верхній с.с.)	%	0,01	0,13	0,022	0,01
	гауч валу (нижній с.с.)	%	0,01	0,13	0,025	0,01
	від промивання пресових сукон	%	0,001	0,001	0,0004	0,004
Концентрація після сортування відходів і браку:						
	вертикальна сортувалка	%	1,5	1,4	1,5	1,5
	відсортованої маси	%	0,6	0,5	0,4	0,35
	відходів від І-й ступені центриклінерів	%	1,2	0,3-0,5	1,2	1,2
	відсортованої маси	%	0,8	0,5	0,6	0,8
	відходів від 2-й ступені центриклінерів	%	0,7	0,2-0,4	0,5	0,7
	відсортованої маси	%	0,4	0,3	0,3	0,4
	відходів від 3-й ступені центриклінерів	%	0,5	0,5	0,5	0,5
	відсортованої маси	%	0,2	0,2	0,2	0,2
	відходів від плоскої сортувалки	%	2,0	1,5	2,0	2,0
	сухого браку	%	95	94	95	95
	мокрого браку з пресів	%	25	26	25	25
	браку з гауча	%	17-25	18-20	18	18
	у гідророзбивач сухого браку	%	3,5	5,0	3,5	3,5
	2		4	5	6	7
Витрата свіжої води:						
	на промивання сукон	м³/т	4,0	5,0	0,578	4,0

відсмоктувальні ящики	м ³ /т	1,0	1,0	31,898	6,0
на сприски в гаучі	м ³ /т	2,0	2,0	0,470	1,0
на промивання вузлоуловлювача	м ³ /т	0,015	0,021	0,020	0,022
Витрата проясненої води:					
на промивання сітки	м ³ /т	15000	15400	59305	15000
на сприски в гауч-мішалку	м ³ /т	5000	5000	234,90	5000
Композиція паперу:					
целюлоза сульфатна небілена	%	100	100	100	100
Приймаємо наступну кількість браку:					
від паперу: при оздобленні	%	2-5	2-5	5	2
в сушильній частині	%	2-5	2-5	0	1
на персах	%	2-5	2-5	0	1
Кількість відходів сортування:					
на вертикальній сортувалці	кг/т	60	20	1,5	30
на плоских сортувалках	кг/т	3	3	-	2,0
від 3-й ступені центриклінерів	кг/т	1	1	-	1,0

2.5. Матеріальний баланс волокна і води

Готова продукція

На склад надходить 1000 кг паперу, у якому міститься:

- абсолютно сухого волокна $1000 \cdot 0,95 = 950_{кг}$;
- води $1000 - 950 = 50_{кг}$.

ПРС

З урахуванням 3 % сухого браку при оздобленні ($1000 \cdot 0,03 = 30,00_{кг}$) необхідно виготовити паперу $1000 + 30 = 1030_{кг}$.

З сухим браком іде:

- волокна $30,00 \cdot 0,95 = 28,5_{кг}$
- води $30,00 - 28,50 = 1,50_{кг}$.

Накат

З урахуванням 1% сухого браку, при оздобленні ($1000 \cdot 0,01 = 10,00_{кг}$) необхідно виготовити паперу $1030 + 10 = 1040_{кг}$.

З сухим браком іде:

- волокна $10,00 \cdot 0,95 = 9,50 \text{ кг}$
- води $10,00 - 9,50 = 0,50 \text{ кг}$.

Сушіння

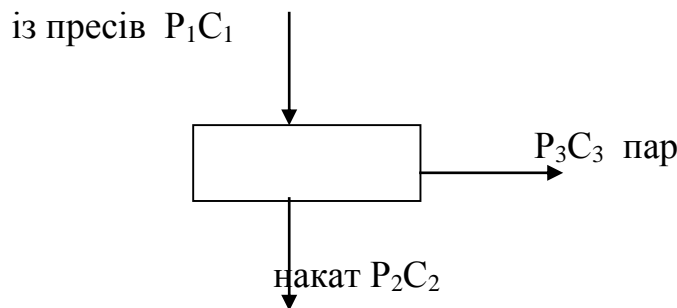
З урахуванням 1% сухого браку ($1000 \cdot 0,01 = 10,00 \text{ кг}$) крізь сушильну частину машини повинно пройти паперу $1040 + 10 = 1050 \text{ кг}$

З сухим браком іде:

- волокна $50,00 \cdot 0,95 = 47,50 \text{ кг}$
- води $50,00 - 47,50 = 2,50 \text{ кг}$.

Кількість волокна, що надійшла в сушильну частину: $950 + 47,50 = 997,50 \text{ кг}$

Для визначення кількості маси, що надходить у сушильну частину і кількості води, що випаровується при сушінні паперу, складемо схему потоків при сушінні:



$P_2 - 1050 \text{ кг}$; $C_2 - 95\%$; $C_1 - 36\%$; $C_3 - 0$; $P_1 - ?$; $P_2 - ?$

P_1 – кількість маси, що надходить на сушіння;

P_2 – кількість маси, що іде після сушіння;

P_3 – кількість води, що випаровується;

C_1 , C_2 і C_3 – концентрація маси відповідних потоків.

$$P_1 \cdot C_1 = P_2 \cdot C_2 + P_3 \cdot C_3 \quad P_1 = P_2 + P_3$$

$$P_1 = P_2 \frac{C_2}{C_1} = \frac{1050 \cdot 95}{36} = 2770,83 \text{ кг}$$

$$P_3 = P_1 - P_2 = 2770,83 - 1050 = 1720,83 \text{ кг}$$

У сушильну частину надійшло:

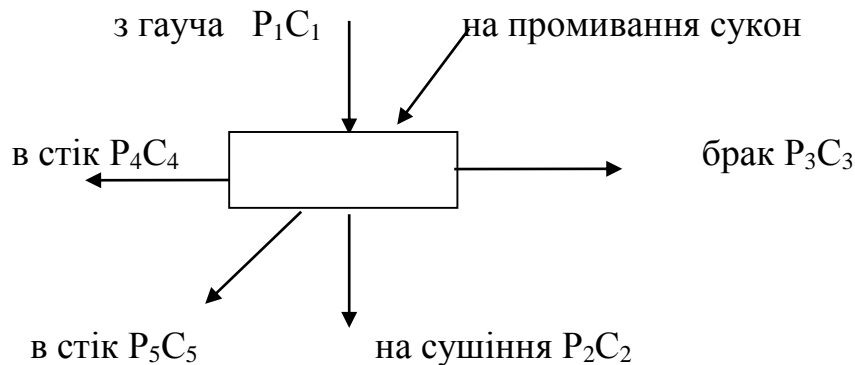
- волокна $2770,83 \cdot 0,36 = 997,50 \text{ кг}$
- води $2770,83 - 997,50 = 1773,33 \text{ кг}$

Разом: $2770,83 \text{ кг}$

Пішло: волокна $950 + 47,50 = 997,5 \text{ кг}$; води $1720,83 + 50 + 2,5 = 1773,33 \text{ кг}$

Разом: $2770,83 \text{ кг}$

Пресова частина



$P_2 - 2770,83 \text{ кг}$; $P - 4000 \text{ кг}$; $C_2 - 36\%$; $C_1 - 18\%$; $C_3 - 25\%$; $C_4 - 0,01\%$; $C_5 - 0,0004\%$

; $P_1 - ?$; $P_4 - ?$

$$P_1 + P = P_2 + P_3 + P_4 + P_5; P_1 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3 + P_4 C_4 + P_5 C_5$$

Кількість відхідного браку: $P_3 = 2770,83 \cdot 0,01 = 27,71 \text{ кг}$.

У бракові міститься:

– волокна $27,71 \cdot 0,25 = 6,79 \text{ кг}$

– води $27,71 - 6,79 = 20,92 \text{ кг}$

Приймаючи, що сухість сукон після промивання не змінюється, тоді при вмістові в стоках $0,0004\%$ волокна, загальна маса їх (P_3) складе:

$$P_5 = \frac{4000 \cdot 100,0004}{100} = 4000,02 \text{ кг}$$

Витрати волокна з цими водами:

$$4000,02 - 4000 = 0,02 \text{ кг}$$

$$P_1 = P_2 + P_3 + P_4 + P_5 - P$$

$$P_2 C_1 + P_3 C_1 + P C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3 + P_4 C_4 + P_5 C_5$$

$$\begin{aligned} P_4 &= \frac{P_2 \cdot (C_2 - C_1) + P_3 \cdot (C_3 - C_1) + P_5 \cdot (C_5 - C_1) + P \cdot C_1}{C_1 - C_4} = \\ &= \frac{2770,83 \cdot (36 - 18) + 27,71 \cdot (25 - 18) + 4000,02 \cdot (0,0004 - 18) + 4000 \cdot 18}{18 - 0,01} = \\ &= \frac{49874,94 + 193,97 + (-71998,76) + 72000}{17,99} = 2783,22 \text{ кг} \end{aligned}$$

З пресовою водою іде:

– волокна $2783,22 \cdot 0,0001 = 0,28 \text{ кг}$

– води $2783,22 - 0,28 = 2782,94 \text{ кг}$

Разом: $2783,22 \text{ кг}$

$$P_1 = 2770,83 + 27,71 + 2783,22 + 4000,02 - 4000 = 5581,78 \text{ кг}$$

У пресову частину надходить:

– волокна $5581,78 \cdot 0,18 = 1004,72 \text{ кг}$

– води $5581,78 - 1004,72 + 4000 = 8577,06 \text{ кг}$

Разом: $9581,78 \text{ кг}$

Іде:

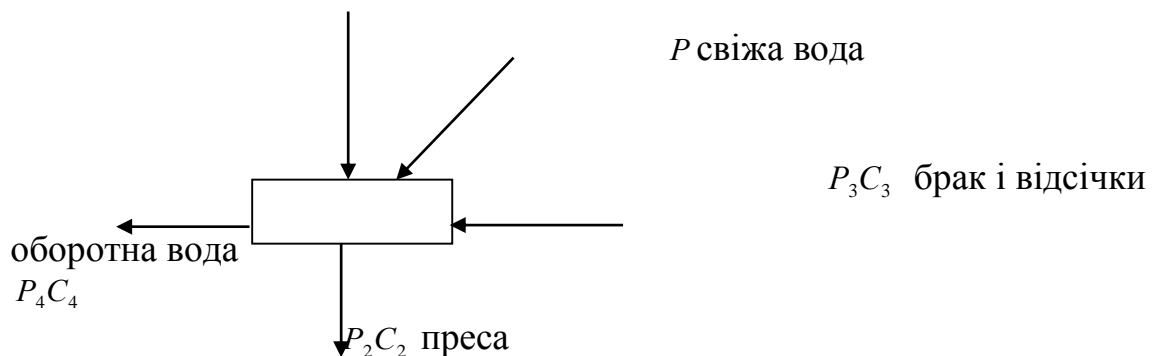
– волокна $997,50 + 0,28 + 6,79 + 0,02 = 1004,59 \text{ кг}$

– води $1773,33 + 2782,94 + 20,92 + 4000 = 8577,19 \text{ кг}$

Разом: $9581,78 \text{ кг}$

Гауч-вал

Відсмоктувальні ящики $P_1 C_1$



$$P_2 = 5581,78 \text{ кг}; C_1 = 11\%; C_2 = 18\%; C_3 = 18\%; C_4 = 0,01\%; P = 1000 \text{ кг}.$$

$$P_1 - ?; P_4 - ?$$

Приймаємо, що кількість мокрого браку разом із відсічками на гаучі складає 3 % від маси, що іде, тоді:

$$P_3 = 5581,78 \times 0,03 = 167,45 \text{ кг}$$

У бракові міститься:

– волокна: $167,45 \times 0,18 = 30,14 \text{ кг};$

– води: $167,45 - 30,14 = 137,31 \text{ кг}.$

Всього: $167,45 \text{ кг}.$

$$P_1 + P = P_2 + P_3 + P_4 \quad P_1 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3 + P_4 C_4$$

$$P_4 = \frac{P_2 \times (C_2 - C_1) + P_3 \times (C_3 - C_1) + P \times C_1}{C_1 - C_4} =$$

$$= \frac{5581,78 \times (18 - 11) + 167,45 \times (18 - 11) + 1000 \times 11}{11 - 0,01} = \frac{39072,46 + 1172,15 + 11000}{10,99} =$$

$$= 4662,84 \text{ кг.}$$

Із оборотною водою іде:

– волокна $4662,84 \times 0,0001 = 0,47 \text{ кг.}$

– води $4662,84 - 0,47 = 4662,37 \text{ кг.}$

Всього $4662,84 \text{ кг}$

$$P_1 = P_2 + P_3 + P_4 - P = 5581,78 + 167,45 + 4662,84 - 1000 = 9412,07 \text{ кг}$$

У гауч поступає:

– волокна $9412,07 \times 0,11 = 1035,33 \text{ кг.}$

– води з масою $9412,07 - 1035,33 = 8376,74 \text{ кг.}$

– свіжої води - 1000 кг.

Всього $10412,07 \text{ кг}$

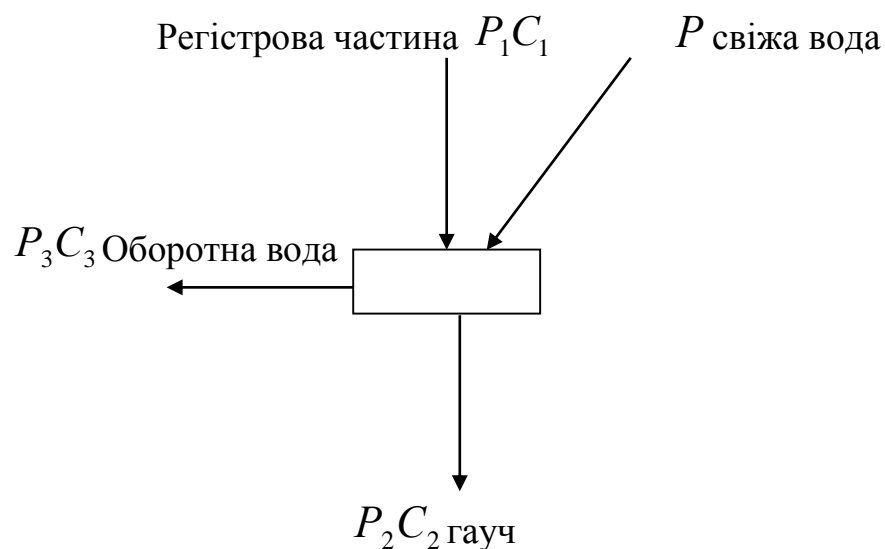
Іде:

– волокна $1004,72 + 0,47 + 30,14 = 1035,33 \text{ кг.}$

– води $4577,06 + 4662,37 + 137,31 = 13376,74 \text{ кг.}$

Всього $10412,07 \text{ кг.}$

Відсмоктувальні ящики



$$P_2 = 9412,07 \text{ кг.}; C_1 = 3,1\%; C_2 = 11\%; C_3 = 0,01\%; P = 6000 \text{ кг}$$

$$P_1 - ? P_3 - ?$$

$$P_1 + P = P_2 + P_3$$

$$P_1 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3$$

$$P_3 = \frac{P_2 \times (C_2 - C_1) + P \times C_1}{C_1 - C_3} = \frac{9412,07 \times (11 - 3,1) + 6000 \times 3,1}{3,1 - 0,01} = \frac{74355,35 + 18600}{3,09} = 30082,64 \text{ кг}$$

В оборотній воді:

$$- \text{волокна } 30082,64 \times 0,0001 = 3,01 \text{ кг}$$

$$- \text{води } 30082,64 - 3,01 = 30079,63 \text{ кг.}$$

Всього – 30082,64 кг

$$P_1 = P_2 + P_3 - P = 9412,07 + 30079,63 - 6000 = 33491,70 \text{ кг.}$$

На відсмоктувальні ящики поступає:

$$- \text{волокна } 33491,70 \times 0,031 = 1038,24 \text{ кг}$$

$$- \text{води з масою } 33491,70 - 1038,24 = 32453,46 \text{ кг}$$

$$- \text{свіжої води } 6000 \text{ кг.}$$

$$\text{Всього } 1038,24 + 32453,46 + 6000 = 39491,70 \text{ кг.}$$

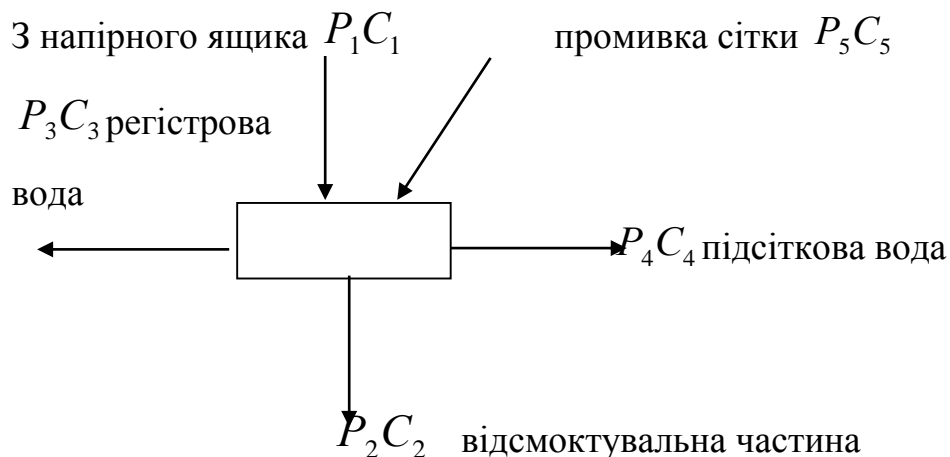
Відходить:

$$- \text{волокна } 1035,33 + 3,01 = 1038,34 \text{ кг;}$$

$$- \text{води } 8376,74 + 30079,63 = 38456,37 \text{ кг.}$$

$$\text{Всього } 1038,34 + 38456,37 = 39491,71 \text{ кг.}$$

Регістрова частина (гідропланки)



$$P_2 = 33491,70 \text{ кг; } P_5 = 15000 \text{ кг; } C_5 = 0,004\%; C_1 = 0,35\%; C_2 = 3,1\%;$$

$$C_3 = 0,025\%; C_4 = 0,005\%$$

$$P_1 - ? P_3 - ?$$

Приймаючи, що вся вода від промивання сітки поступає в підсіткову ванну, тоді з промивною водою на сітку має надійти:

- волокна $15000 \times 0,00004 = 0,60 \text{ кг}$;
- води $15000 - 0,60 = 14999,40 \text{ кг}$.

У підсітковій воді:

- води $14999,40 \text{ кг}$
- волокна $\frac{14999,40 \times 0,005}{99,995} = 0,75 \text{ кг}$.

$$P_4 = 14999,40 + 0,75 = 15000,15 \text{ кг}.$$

$$P_1 + P_5 = P_2 + P_3 + P_4 \quad P_1 C_1 + P_5 C_5 = P_2 C_2 + P_3 C_3 + P_4 C_4$$

$$\begin{aligned} P_3 &= \frac{P_2 \times (C_2 - C_1) + P_4 \times (C_4 - C_1) + P_5 \times (C_1 - C_3)}{C_1 - C_3} = \\ &= \frac{33491,70 \times (3,1 - 0,35) + 15000,15 \times (0,005 - 0,35) + 15000 \times (0,35 - 0,004)}{0,35 - 0,025} = \\ &= \frac{92102,18 + (-5175,05) + 5190}{0,325} = 283437,32 \text{ кг} \end{aligned}$$

З реєстровою водою відходить:

- волокна $283437,32 \times 0,00025 = 70,86 \text{ кг}$;
- води $283437,32 - 70,86 = 283366,46 \text{ кг}$

Всього $283437,32 \text{ кг}$.

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 + P_3 + P_4 - P_5 = 33491,70 + 283437,32 + 15000,15 - 15000 = \\ &= 316929,17 \text{ кг}. \end{aligned}$$

У реєстрову частину поступає:

- волокна з масою $316929,17 \times 0,0035 = 1109,25 \text{ кг}$;
- волокна з промивною водою $- 0,75 \text{ кг}$.

Всього волокна $1109,25 + 0,75 = 1110,00 \text{ кг}$.

Води з масою $316929,17 - 1110,00 = 315819,17 \text{ кг}$;

- води на спорски $-14999,40 \text{ кг}$;

Всього води $315819,17 + 14999,40 = 330818,57 \text{ кг}$.

Всього $330818,57 + 1110,00 = 331928,57 \text{ кг}$.

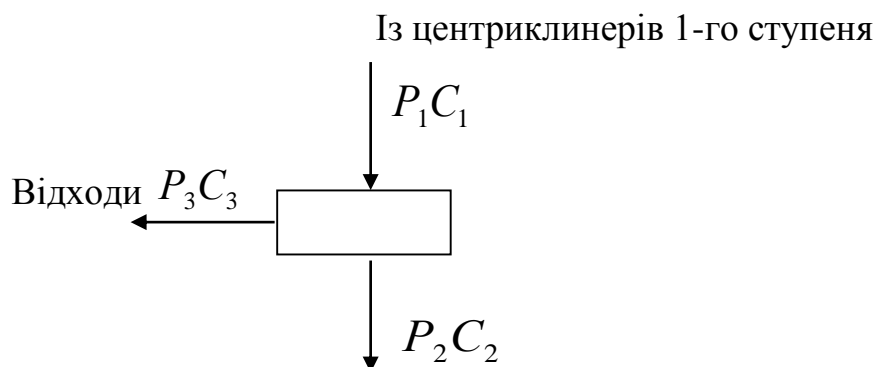
Відходить:

– волокна $1038,24 + 70,86 + 0,75 = 1109,85 \text{ кг}$;

– води $32453,46 + 283366,46 + 14999,40 = 330819,32 \text{ кг}$.

Всього $1109,85 + 330819,32 = 331929,17 \text{ кг}$.

Вузлоуловлювач



$P_2 = 316929,17 \text{ кг}$; $C_2 = 0,35\%$; $C_3 = 1,5\%$.

$P_1 - ?$; $C_1 - ?$

Кількість волокна у відходах сортування прийнято 30

Тоді $P_3 = \frac{30 \times 100}{1,5} = 2000 \text{ кг}$.

Води у відходах $2000 - 30 = 1970 \text{ кг}$.

$$P_1 = P_2 + P_3 \qquad P_1 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3$$

$P_1 = 316929,17 + 2000 = 318929,17 \text{ кг}$.

$$C_1 = \frac{P_2 \times C_2 + P_3 \times C_3}{P_1} = \frac{316929,17 \times 0,35 + 2000 \times 1,5}{318929,17} = 0,35947\%.$$

На вузлоуловлювач поступає:

– волокна $316929,17 \times 0,0035947 = 1139,25 \text{ кг}$;

– води $318929,17 - 1139,25 = 317789,92 \text{ кг}$.

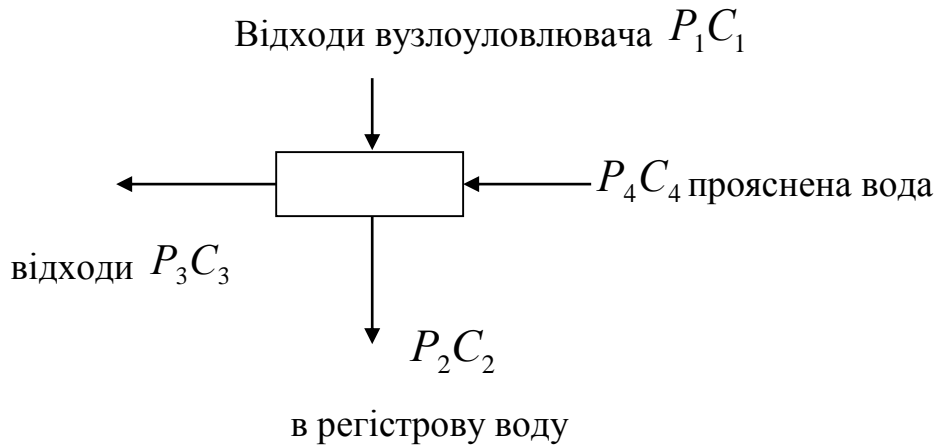
Всього $318929,17 \text{ кг}$.

Відходить:

- волокна $1109,25 + 30 = 1139,25 \text{ кг}$;
- води $315819,17 + 1970 = 317789,17 \text{ кг}$;

Всього $318928,42 \text{ кг}$.

Сортувалка плоска (для сортування відходів вузлоуловлювача)



$$P_1 = 2000 \text{ кг}; C_1 = 1,5\%; C_2 = 0,025\%; C_3 = 2,0\%; C_4 = 0,001\%$$

$$P_2 - ? P_4 - ?$$

Відходи волокна на сортувалках – 2 кг .

$$P_3 = \frac{100 \times 2}{2} = 100 \text{ кг}.$$

З відходами іде води $100 - 2 = 98 \text{ кг}$.

$$P_1 + P_4 = P_2 + P_3 \qquad P_1C_1 + P_4C_4 = P_2C_2 + P_3C_3$$

$$P_2 = \frac{P_1 \times (C_1 - C_4) + P_3 \times (C_4 - C_3)}{C_2 - C_4} =$$

$$\frac{2000 \times (1,5 - 0,001) + 100 \times (0,001 - 2)}{0,025 - 0,001} = \frac{2798,1}{0,024} = 116587,5 \text{ кг}.$$

У регістрову воду іде:

- волокна $116587,50 \times 0,00025 = 29,15 \text{ кг}$;
- води $116587,50 - 29,15 = 116558,35 \text{ кг}$.

$$P_4 = 116587,50 + 100 - 2000 = 114687,50 \text{ кг}.$$

На спорски має надійти:

- волокна $114687,50 \times 0,00001 = 1,15 \text{ кг}$;
- води $114687,50 - 1,15 = 114686,35 \text{ кг}$.

На сортувалку поступає:

- волокна $30 + 1,15 = 31,15 \text{ кг}$;
- води $1970 + 114686,35 = 116656,35 \text{ кг}$.

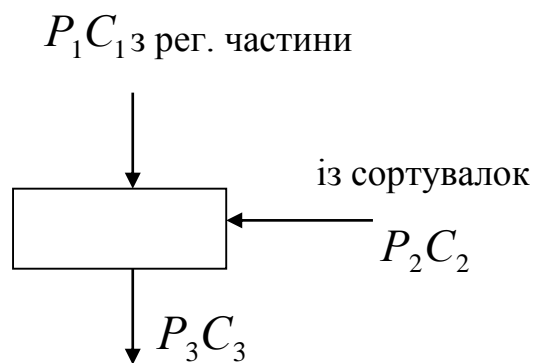
Всього $116687,50 \text{ кг}$.

Відходить:

- волокна $29,15 + 2 = 31,15 \text{ кг}$;
- води $116558,35 + 98 = 116656,35 \text{ кг}$.

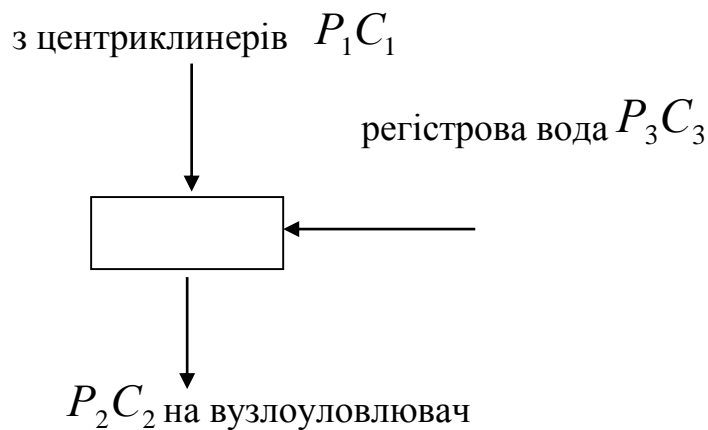
Всього $116687,50 \text{ кг}$.

Басейн реєстрових вод (РВ)



$$P_1 = 283437,32 \text{ кг}; P_2 = 116587,50 \text{ кг}; P_3 = 283437,32 + 116587,50 = 400024,82 \text{ кг}.$$

Змішувальний насос №1



$$P_2 = 318929,17 \text{ кг}; C_2 = 0,35947\%; C_1 = 0,8\%; C_3 = 0,025\%$$

$$P_1 + P_3 = P_2$$

$$P_1 - ? P_3 - ?$$

$$P_1 C_1 + P_3 C_3 = P_2 C_2$$

$$P_3 = \frac{P_2 \times (C_1 - C_2)}{C_1 - C_3} = \frac{318929,17 \times (0,8 - 0,35947)}{0,8 - 0,025} = \frac{140497,87}{0,775} = 181287,57 \text{ кг}.$$

З реєстровою водою поступає:

– волокна $181287,57 \times 0,00025 = 45,32 \text{ кг}$;

– води $181287,57 - 45,32 = 181242,25 \text{ кг}$;

$$P_1 = 318929,17 - 181287,57 = 137641,60 \text{ кг}.$$

З масою поступає:

– волокна $137641,60 \times 0,008 = 1101,13 \text{ кг}$;

– води $137641,60 - 1101,13 = 136540,47 \text{ кг}$.

У змішувальний насос №1 поступає:

– волокна $1101,13 + 45,32 = 1146,45 \text{ кг}$;

– води $136540,47 + 181242,25 = 317782,72 \text{ кг}$;

$$\text{Всього } 1146,45 + 317782,72 = 318929,17 \text{ кг}.$$

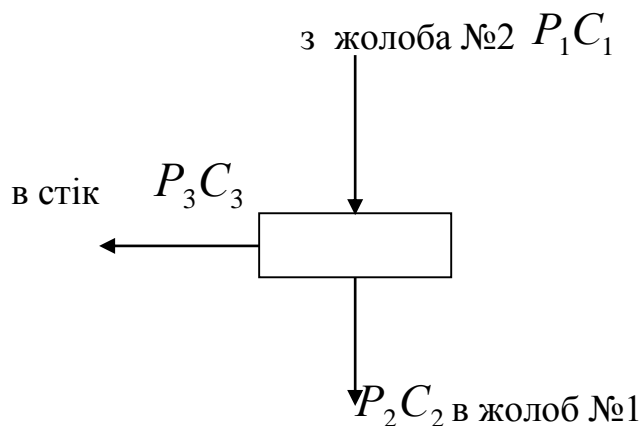
Відходить:

– волокна $1146,45 \text{ кг}$;

– води $317782,72 \text{ кг}$.

$$\text{Всього } 318929,17 \text{ кг}.$$

Центриклинери 3-го ступеня



$$C_2 = 0,2\%; C_3 = 0,5\% \quad P_1 - ? C_2 - ?$$

Кількість волокна, що іде в стік з 3-го ступеня центриклинерів – 1 кг/т .

Приймаємо, що з всієї кількості волокна, яке йде на сортування, 10% йде у відходи, а 90% повертається на повторне сортування.

$$P_3 = \frac{1 \times 100}{0,5} = 200 \text{ кг.}$$

У відходах утримується 1 кг волокна та води: $200 - 1 = 199 \text{ кг.}$

На повторне сортування йде волокна: $\frac{90 \times 1}{10} = 9 \text{ кг.}$

$$P_2 = \frac{9 \times 100}{0,2} = 4500 \text{ кг.}$$

У відсортованій масі утримується 9 кг волокна та води:
 $4500 - 9 = 4491 \text{ кг.}$

$$P_1 = P_2 + P_3 \quad P_1 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3$$

$$P_1 = 4500 + 200 = 4700 \text{ кг.}$$

$$C_1 = \frac{P_2 C_2 + P_3 C_3}{P_1} = \frac{4500 \times 0,2 + 200 \times 0,5}{4700} = 0,213\%$$

На 3-й ступінь центриклинерів поступає:

– волокна $4700 \times 0,00213 = 10 \text{ кг;}$

– води $4700 - 10 = 4690 \text{ кг.}$

Всього 4700 кг.

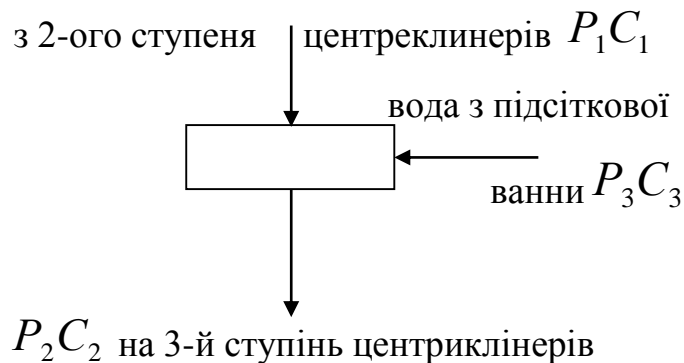
Відходить:

– волокна $9 + 1 = 10 \text{ кг;}$

– води $4491 + 199 = 4690 \text{ кг;}$

Всього 4700 кг.

Жолоб №2 (після другого ступеня центриклинерів)



$$P_2 = 4700 \text{ кг; } C_1 = 0,7\%; C_2 = 0,213\%; C_3 = 0,005\%$$

$$P_1 - ? P_3 - ?$$

$$P_1 + P_3 = P_2 \quad P_1 C_1 + P_3 C_3 = P_2 C_2$$

$$P_3 = \frac{P_2 \times (C_1 - C_2)}{C_1 - C_3} = \frac{4700 \times (0,7 - 0,213)}{0,7 - 0,005} = 3293,38 \text{ кг.}$$

З підсітковою водою в жолоб поступає:

- волокна $3293,38 \times 0,00005 = 0,16 \text{ кг.}$
- води $3293,38 - 0,16 = 3293,22 \text{ кг.}$

$$P_1 = 4700 - 3293,38 = 1406,62 \text{ кг}$$

У відходах 2-ої ступені центриклінерів міститься:

- волокна $1406,62 \times 0,007 = 9,84 \text{ кг.}$
- води $1406,62 - 9,84 = 1396,78 \text{ кг.}$

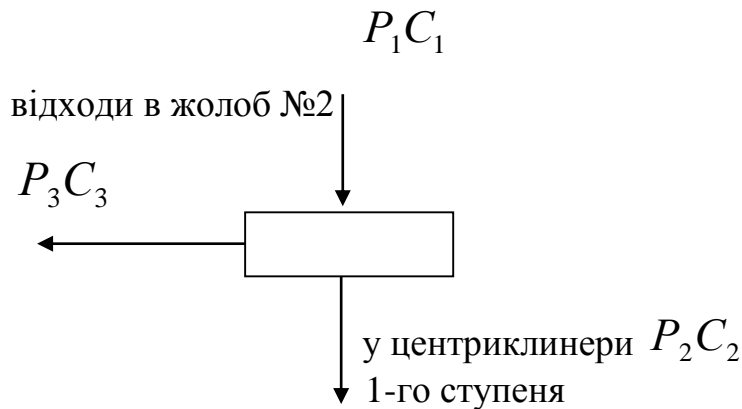
У жолоб поступає:

- волокна $9,84 + 0,16 = 10 \text{ кг.}$
- води $1396,78 + 3293,22 = 4690 \text{ кг.}$

Всього 4700 кг.

Центриклінери 2-го ступеня:

з жолоба №1



$$P_1 = 1406,62 \text{ кг.}; C_3 = 0,7\%; C_2 = 0,4\%$$

$$P_1 - ? C_1 - ?$$

Приймаємо, що 2-й ступінь центриклінерів, також як і на 3-й ступінь, з відходами сортування іде 10 % волокна, тоді в змішувальний насос поступає волокна

$$\frac{9,84 \times 90}{10} = 88,56 \text{ кг.}$$

$$P_2 = \frac{88,56 \times 100}{0,4} = 22140 \text{ кг}.$$

У змішувальний насос поступає води:

$$22140 - 88,56 = 22051,44 \text{ кг}.$$

$$P_1 = P_2 + P_3 \quad P_1 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3$$

$$P_1 = 22140 + 1406,62 = 23546,62 \text{ кг}.$$

$$C_1 = \frac{P_2 C_2 + P_3 C_3}{P_1} = \frac{22140 \times 0,4 + 1406,62 \times 0,7}{23546,62} = 0,4179\%$$

У центриклинери 2-го ступеня попадає:

$$- \text{волокна } 23546,62 \times 0,004179 = 98,4 \text{ кг};$$

$$- \text{води } 23546,62 - 98,4 = 23448,22 \text{ кг}.$$

Всього 23546,62 кг.

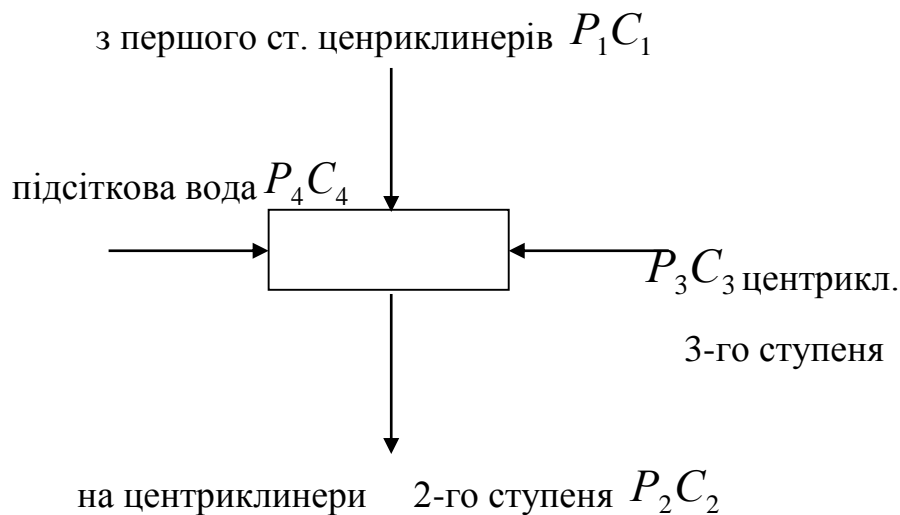
Відходить:

$$- \text{волокна } 88,56 + 9,84 = 98,4 \text{ кг};$$

$$- \text{води } 22051,44 + 1396,78 = 23448,22 \text{ кг}.$$

Всього 23448,22 + 98,4 = 23546,62 кг.

Жолоб №1 (після першої ступені центриклінерів)



$$C_1 = 1,2\%; C_2 = 0,4179\%; C_3 = 0,2\%; C_4 = 0,005\%; P_2 = 23546,62 \text{ кг}; P_3 = 4500 \text{ кг}$$

$$P_1 - ? P_4 - ?$$

$$P_2 = P_1 + P_3 + P_4 \quad P_2 C_2 = P_1 C_1 + P_3 C_3 + P_4 C_4$$

$$P_4 = \frac{P_2 \times (C_1 - C_2) + P_3 \times (C_3 - C_1)}{C_1 - C_4} =$$

$$\frac{23546,62 \times (1,2 - 0,4179) + 4500 \times (0,2 - 1,2)}{1,2 - 0,005} = 11645,03 \text{ кг.}$$

З підсітковою водою поступає:

- волокна $11645,03 \times 0,00005 = 0,58 \text{ кг.}$
- води $11645,03 - 0,58 = 11644,45 \text{ кг.}$

$$P_1 = P_2 - P_3 - P_4 = 23546,62 - 4500 - 11645,03 = 7401,59 \text{ кг.}$$

З відходами 1-го ступеня центриклинерів поступає:

- волокна $7401,59 \times 0,012 = 88,82 \text{ кг.}$
- води $7401,59 - 88,82 = 7312,77 \text{ кг.}$

В жолоб №1 поступить:

- волокна $88,82 + 9 + 0,58 = 98,4 \text{ кг.}$
- води $7312,77 + 4491 + 11644,45 = 23448,22 \text{ кг.}$

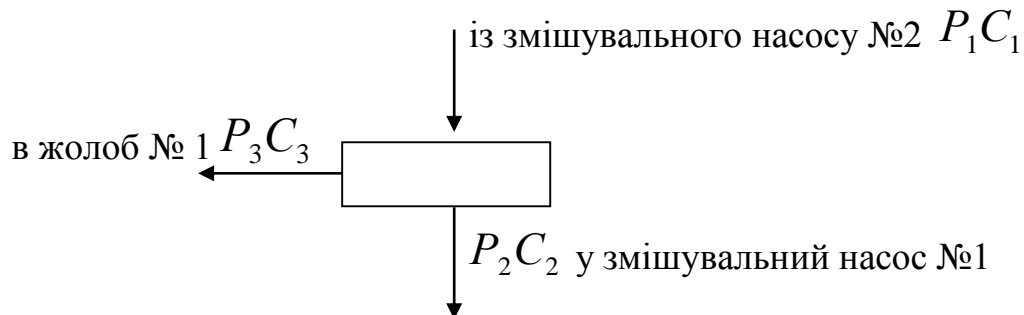
$$\text{Всього } 23448,22 + 98,4 = 23546,62 \text{ кг.}$$

Відходить:

- волокна $98,4 \text{ кг.}$
- води $23448,2 \text{ кг.}$

$$\text{Всього } 23546,62 \text{ кг.}$$

Центриклинери 1-го ступеня:



$$C_2 = 0,8\%; C_3 = 1,2\%; P_3 = 7401,59 \text{ кг.}; P_2 = 137641,60 \text{ кг.}$$

$$C_1 - ? P_1 - ?$$

$$P_1 = P_2 + P_3$$

$$P_1 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3$$

$$P_1 = 137641,60 + 7401,59 = 145043,19 \text{ кг.}$$

$$C_1 = \frac{137641,60 \times 0,8 + 7401,59 \times 1,2}{145043,19} = \frac{110113,28 + 8881,91}{145043,19} = \frac{118995,19}{145043,19} = 0,82041\%$$

На центриклинери 1-го ступеня поступить:

- волокна $145043,19 \times 0,0082041 = 1189,95 \text{ кг.}$
- води $145043,19 - 1189,95 = 143853,24 \text{ кг.}$

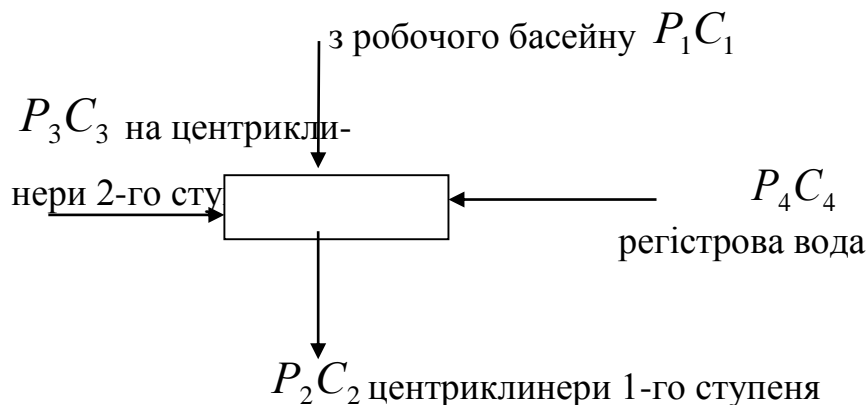
Всього $145043,19 \text{ кг.}$

Відходить:

- волокна $1101,13 + 88,82 = 1189,95 \text{ кг.}$
- води $136540,47 + 7312,77 = 143853,24 \text{ кг.}$

Всього $1189,95 + 143853,24 = 145043,19 \text{ кг.}$

Змішувальний насос №2



$$C_1 = 3,5\%; C_2 = 0,82041\%; C_3 = 0,4\%; P_2 = 145043,19 \text{ кг.}; P_3 = 22140 \text{ кг.}$$

$$C_4 = 0,025\%; P_1 - ? P_4 - ?$$

$$P_1 + P_3 + P_4 = P_2 \quad P_1 C_1 + P_3 C_3 + P_4 C_4 = P_2 C_2$$

$$P_1 = \frac{P_2 \times (C_2 - C_4) - P_3 \times (C_3 - C_4)}{C_1 - C_4} =$$

$$= \frac{145043,19 \times (0,82041 - 0,025) - 22140 \times (0,4 - 0,025)}{3,5 - 0,025} = \frac{115368,80 - 8302,50}{3,475} =$$

$$= 30810,45 \text{ кг.}$$

У масі, що поступає з робочого басейну, утримується:

- волокна $30810,45 \times 0,035 = 1078,37 \text{ кг.}$

– води $30810,45 - 1078,37 = 29732,08 \text{ кг}$.

$$P_4 = P_2 - P_1 - P_3 = 145043,19 - 30810,45 - 22140 = 92092,74 \text{ кг}.$$

У реєстровій воді утримується:

– волокна $92092,74 \times 0,00025 = 23,02 \text{ кг}$;

– води $92092,74 - 23,02 = 92069,72 \text{ кг}$;

У змішувальний насос поступає:

– волокна $1078,37 + 23,02 + 88,56 = 1189,95 \text{ кг}$;

– води $29732,08 + 92069,72 + 22051,44 = 143853,24 \text{ кг}$;

Всього $143853,24 + 1189,95 = 145043,19 \text{ кг}$;

Відходить:

– волокна $145043,19 \times 0,0082041 = 1189,95 \text{ кг}$;

– води $145043,19 - 1189,95 = 143853,24 \text{ кг}$;

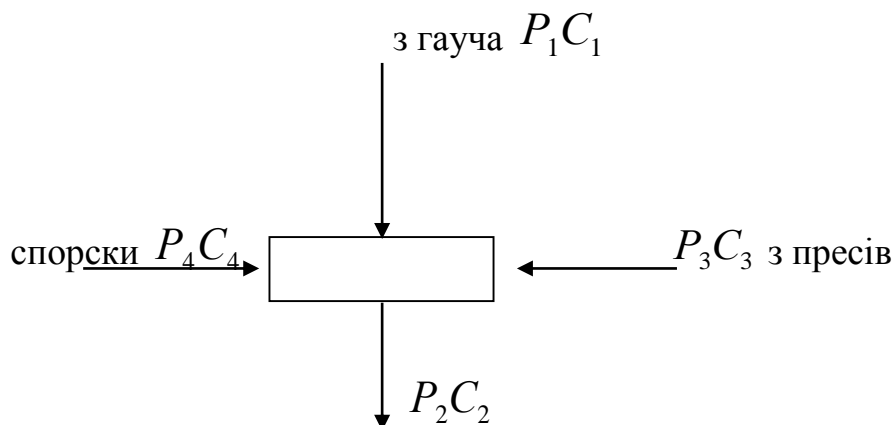
Всього $145043,19 \text{ кг}$

Далі розраховуємо матеріальний баланс по потокові паперового браку.

Гауч-мішалка.

У гауч-мішалку також поступають відсічки паперового полотна, мокрий брак з пресів, а також прояснена вода з двох спорсків.

Витрати води на спорски приймаємо рівними 5000 м^3



$$P_1 = 167,45 \text{ кг}; C_1 = 18\%; P_3 = 27,71 \text{ кг}; C_3 = 25\%; P_4 = 5000 \text{ кг};$$

$$C_4 = 0,004\%.$$

$$P_2 - ? C_2 - ?$$

$$P_1 + P_3 + P_4 = P_2$$

$$P_1 C_1 + P_3 C_3 + P_4 C_4 = P_2 C_2$$

$$P_2 = 167,45 + 27,71 + 5000 = 5195,16 \text{ кг}$$

$$C_2 = \frac{P_1 C_1 + P_3 C_3 + P_4 C_4}{P_2} = \frac{167,45 \times 18 + 27,71 \times 25 + 5000 \times 0,004}{5195,16} =$$

$$= \frac{3014,10 + 692,75 + 20}{5195,16} = 0,71736\%$$

З водою в гауч-мішалку поступить:

$$- \text{волокна } 5000 \times 0,0025 = 12,50 \text{ кг};$$

$$- \text{води } 5000 - 12,5 = 4987,50 \text{ кг};$$

$$\text{Всього } 30,14 + 6,79 + 12,50 + 4987,50 = 5036,93 \text{ кг};$$

Відходить:

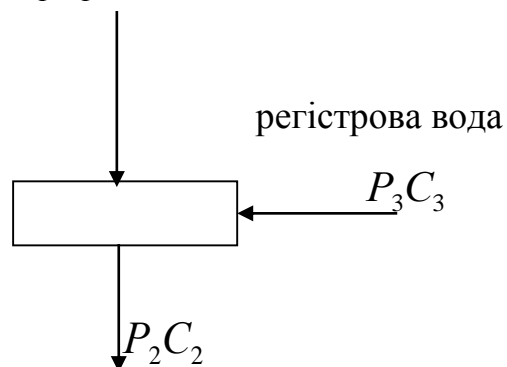
$$- \text{волокна } 5036,93 \times 0,0071736 = 36,13 \text{ кг};$$

$$- \text{води } 5036,93 - 36,13 = 5000,80 \text{ кг};$$

$$\text{Всього } 5036,93 \text{ кг};$$

Гідророзбивач сухого браку:

сухий брак $P_1 C_1$



$$P_1 = 40 \text{ кг}; C_1 = 95\%; C_2 = 3,5\%; C_3 = 0,025\%$$

$$P_2 - ? P_3 - ?$$

$$P_1 + P_3 = P_2$$

$$P_1 C_1 + P_3 C_3 = P_2 C_2$$

$$P_3 = \frac{P_1 \times (C_1 - C_2)}{C_2 - C_3} = \frac{40 \times (95 - 3,5)}{3,5 - 0,025} = 1053,24 \text{ кг}.$$

З реєстровою водою в гідророзбивач поступає:

– волокна $1053,24 \times 0,00025 = 0,26 \text{ кг}$;

– води $1053,24 - 0,26 = 1052,98 \text{ кг}$;

$$P_2 = P_1 + P_3 = 40 + 1053,24 = 1093,24 \text{ кг}.$$

У гідророзбивач поступає:

– волокна $47,50 + 0,26 = 47,76 \text{ кг}$;

– води $2,50 + 1052,98 = 1055,48 \text{ кг}$;

Всього $1055,48 + 47,76 = 1103,24 \text{ кг}$;

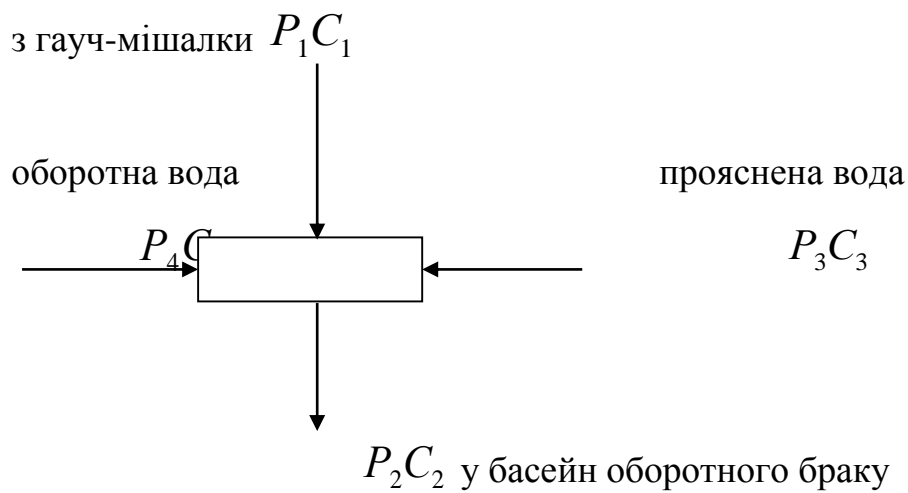
Відходить:

– волокна $1103,24 \times 0,035 = 38,61 \text{ кг}$;

– води $1103,24 - 38,61 = 1064,63 \text{ кг}$;

Всього $1103,24 \text{ кг}$;

Згущувач:



$$P_1 = 5036,93 \text{ кг}; C_1 = 0,71736\%; P_3 = 1000 \text{ кг}; C_3 = 0,005\%; C_4 = 0,025\%;$$

$$C_2 = 3,5\%; P_2 = ? P_4 = ?$$

$$P_1 + P_3 = P_4 + P_2$$

$$P_1 C_1 + P_3 C_3 = P_4 C_4 + P_2 C_2$$

$$P_2 = \frac{P_1 \times (C_1 - C_4) + P_3 \times (C_3 - C_4)}{C_2 - C_4} =$$

$$= \frac{5036,93 \times (0,71736 - 0,025) + 1000 \times (0,005 - 0,025)}{3,5 - 0,025} = \frac{3487,37 - 20}{3,475} = 997,80 \text{ кг}.$$

$$P_4 = P_1 + P_3 - P_2 = 5036,93 + 1000 - 997,80 = 5034,73 \text{ кг}.$$

У згущеному бракові знаходиться:

- волокна $997,80 \times 0,035 = 34,92 \text{ кг}$;
- води $997,80 - 34,92 = 962,88 \text{ кг}$;

З оборотною водою іде:

- волокна $5034,73 \times 0,00025 = 1,26 \text{ кг}$;
- води $5034,73 - 1,26 = 5033,47 \text{ кг}$;

З проясненою водою поступає:

- волокна $1000 \times 0,00005 = 0,05 \text{ кг}$;
- води $1000 - 0,05 = 999,95 \text{ кг}$;

У згущувач поступає:

- волокна $36,13 + 0,05 = 36,18 \text{ кг}$;
- води $5000,80 + 999,95 = 6000,75 \text{ кг}$;

$$\text{Всього } 6000,75 + 36,18 = 6036,93 \text{ кг};$$

Відходить:

- волокна $34,92 + 1,26 = 36,18 \text{ кг}$;
- води $962,88 + 5033,47 = 5996,35 \text{ кг}$;

Збірник надлишкових оборотних вод:

Визначимо кількість надлишкових вод, що відходять від машини. Усього реєстрових вод з урахуванням сортування відходів після вузлуловлювача – $400024,82 \text{ кг}$;

З них використовується:

- у змішувальному насосі № 2 – $92092,74 \text{ кг}$;
- у змішувальному насосі № 1 – $181287,57 \text{ кг}$;
- у гідророзбивачу браку – $1053,24 \text{ кг}$;

Всього 274433,55кг;

- надлишок регістрових вод 125591,27кг.
- вода від гауч-валу – 4662,84кг;
- вода від відсмоктувальний ящиків – 30082,64кг;

Всього підсіткових вод – 15000,15кг;

З них використовується:

- у жолобі № 1 – 11645,03кг;
- у жолобі № 2 – 3293,38кг;

Всього 14938,41кг;

Надлишок підсіткових вод – 61,74кг;

Кількість надлишкових вод:

$$125591,27 + 4662,84 + 30082,64 + 61,74 = 160398,49\text{кг};$$

Наявність у них волокна:

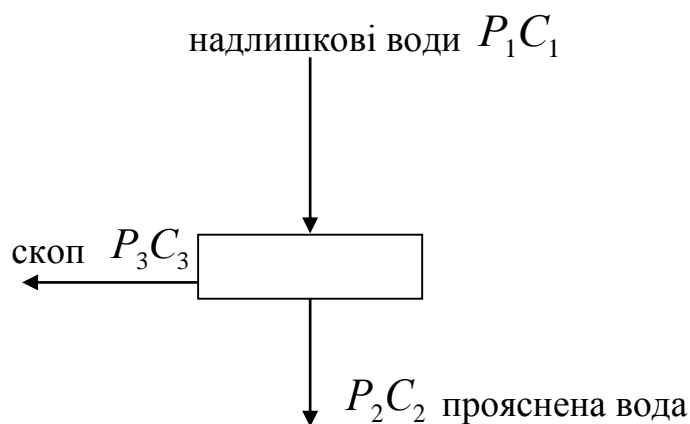
$$125591,27 \times 0,00025 + 4662,84 \times 0,0001 + 30082,64 \times 0,0001 + 61,74 \times 0,0005 = 31,40 + 0,47 + 3,01 + 0,031 = 34,91\text{кг};$$

Концентрація волокна в надлишкових водах:

$$\frac{34,91 \times 100}{160398,49} = 0,022\%$$

Надлишкові оборотні води направляються на дискові фільтри.

Дискові фільтри:



$$P_1 = 160398,49\text{кг}; C_1 = 0,022\%; C_3 = 3,5\%; C_2 = 0,005\%;$$

$$P_2 - ? P_3 - ?$$

$$P_1 = P_2 + P_3$$

$$P_1 C_1 = P_2 C_2 + P_3 C_3$$

$$P_3 = \frac{P_1 \times (C_1 - C_2)}{C_3 - C_2} = \frac{160398,49 \times (0,022 - 0,005)}{3,5 - 0,005} = \frac{2726,77}{3,495} = 780,19 \text{ кг.}$$

У басейн браку зі скопом поступить:

- волокна $780,19 \times 0,035 = 27,31 \text{ кг}$;
- води $780,19 - 27,31 = 752,88 \text{ кг}$;

Кількість прояснених вод:

$$P_2 = P_1 - P_3 = 160398,49 - 780,19 = 159618,30 \text{ кг};$$

З цієї кількості надлишкових вод використовується на машині:

На спорски сітки $15000 + 5000 = 20000 \text{ кг}$;

На спроски сортування відходів - $114687,50 \text{ кг}$;

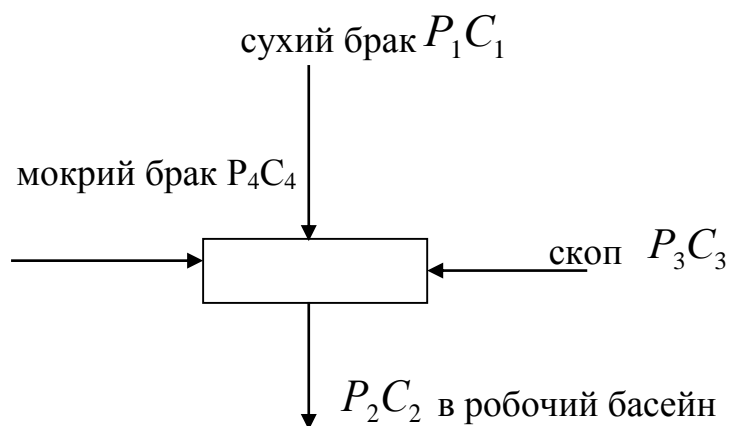
Разом $134687,50 \text{ кг}$;

Надлишок прояснених вод - $159618,30 - 134687,50 = 31051,59 \text{ кг}$.

З цієї водою іде:

- волокна $31051,59 \times 0,00005 = 1,55 \text{ кг}$;
- води $31051,59 - 1,55 = 31050,04 \text{ кг}$;

Басейн оборотного браку:



$$P_1 = 1093,24 \text{ кг}; P_3 = 780,19 \text{ кг}; P_4 = 5195,16 \text{ кг}$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = 3,5\%;$$

$$P_2 = P_1 + P_3 + P_4 = 1093,24 + 780,19 + 5195,16 = 7068,59 \text{ кг};$$

В оборотному бракові утримується:

- волокна $7068,59 \times 0,035 = 247,40 \text{ кг}$;

– води $7068,59 - 247,40 = 6821,19\text{кг}$;

Робочий басейн:

Без оборотного браку в робочий басейн повинно поступити:

– волокна $1087,17 - 247,40 = 839,77\text{кг}$;

– води $31050,04 - 839,77 = 30210,27\text{кг}$;

Загальні витрати повітряно сухої сульфатної невібіленої електроізоляційної

целюлози: $\frac{839,77}{0,88} = 954,28\text{кг}$

Результати розрахунку матеріального балансу

Таблиця 2.5 – Баланс абсолютно сухого волокна

Статті приходу і витрат	прихід	витрати
Целюлоза хвойна сульфатна невібілена електроізоляційна	954,28	
Готовий папір		950
Відходи центриклинерів		1
Відходи вібраційних сортувалок		2
З водою від пресів		0,28
З водою від промивних сукон		0,02
З надлишковою проясненою водою		1,55
	разом	954,85

Таблиця 2.6 - Баланс води

Статті приходу і витрат	прихід	витрати
З напівфабрикатами	28901,11	
Свіжа вода в гауч-вал	1000,00	
Свіжа вода у відсмоктувальні ящики	6000,00	
На промивання сукон	4000,00	
	Разом 39901,11	
З готовим папером		50,00
З парою при сушінні		1720,83
З пресовими водами		2782,94
З водами від промивання сукон		4000,00
З відходами центриклинерів 3-го ступеня		199,00
З відходами вібраційних сортувалок		98,00
Надлишкові прояснені води		31050,04
		Разом 39900,81

Невелика розбіжність між приходом і витратами відбулася за рахунок округлення цифр до сотих після коми.

Безповоротні втрати волокна (В) складуть:

$$B = 954,85 - 950 - (1 + 0,28 + 0,02 + 1,55) = 2,0\text{кг};$$

Вимої волокна (ВВ) відповідно рівнянню:

$$BB = \frac{2,0 \times 100}{954,85} = 0,21\%.$$

2.6. Теоретичні відомості про основні процеси виробництва

Теорія процесу розмелювання

Засновником сучасної теорії розмелювання є професор Я. Г. Хінчин, який у 1941 р. першим висловив припущення про звільнення при розмелюванні полярних гідроксильних груп целюлози і геміцелюлози і участі їх в утворенні водневого зв'язку в готовому папері і картоні. Отже, в основу сучасної теорії розмелювання покладене те, що характер міжволоконних зв'язків у паперовому і картонному листах подібний міжмолекулярним бічним зв'язкам целюлозних ланцюгів і здійснюється через водневі містки -ОН ...О- [5]

Водневий зв'язок - це особливий вид міжмолекулярної взаємодії між атомом водню та іншими електронегативними атомами: кисню, азоту, фтору й у меншому ступені хлору, сірки і т. д. Цей зв'язок виникає на відстані між атомами водню і кисню не більше $2,55 \dots 2,75 \cdot 10^{-10}$ м.[3]

Волокна складаються переважно з целюлози, яка належить до жорстколанцюгових лінійних полімерів, що характеризується високим ступенем асиметрії макромолекул і мають структурну формулу, що зображена на рис.2.2[3].

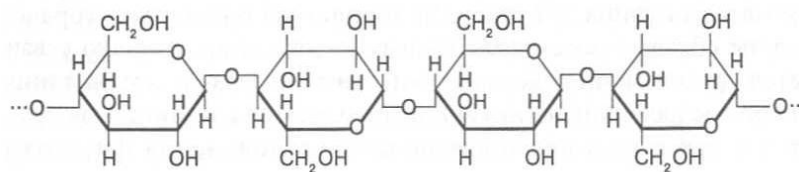


Рисунок 2.2 – Структурна формула целюлози (формула Хеуорса)

Хоча енергія одного водневого зв'язку порівняно невелика, вона становить 12,5 ... 33,4 кДж/моль, але оскільки в целюлозі дуже багато гідроксильних груп, то загальна енергія зв'язку настільки велика, що в елементарних фібрилах із паралельним розташуванням молекул утворюються кристалічні ділянки або міцели (рис. 2.3).[4]

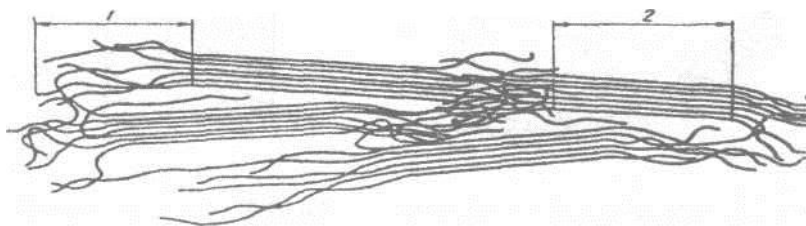


Рисунок 2.3 - Схема розташування елементарних фібрил у целюлозних волокнах на ділянках: 1 - аморфних; 2 – кристалічних

Ті ділянки, де молекули целюлози розташовані в неупорядкованому стані і знаходяться на відстані більш ніж $2,75 \cdot 10^{-10}$ м одна від одної, називаються аморфними, або некристалічними, ділянками. Кристалічних ділянок більше, ніж некристалічних. Довжина кристалічних ділянок становить близько 0,05 мкм. При ступені полімеризації целюлози 4000 – довжина її молекули становить 2 мкм. Отже, та сама молекула целюлози може проходити через декілька кристалічних і аморфних ділянок.[4]

На рис. 2.4 схематично показано анатомічну будову клітинної стінки волокна ялини. Як видно із зазначеної схеми, оболонка складається з декількох шарів, що відрізняються не тільки за своїм хімічним складом, але також орієнтацією і напрямком мікрофібрил. Темним кольором показано серединну пластину, яка є самостійним утворенням, а не шаром клітинної стінки, зв'язує між собою окремі клітини в рослині і містить до 60 ... 90 % лігніну. У процесі варіння целюлози значна частина лігніну переходить у розчин і волокна після цього легко розділяються. Серединна пластина завтовшки близько 0,5 ... 1,5 мкм.[4]

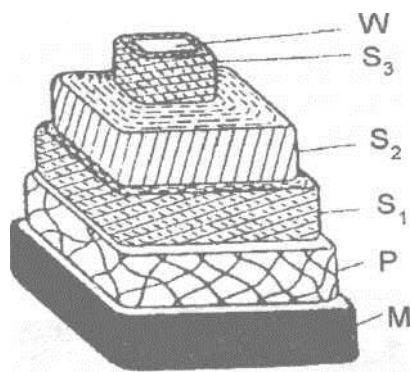


Рисунок 2.4 – Схема анатомічної будови клітинної стінки волокна ялини:

М - серединна пластина;
Р - первинна стінка; S - вторинна стінка; W- порожнина (люмен)

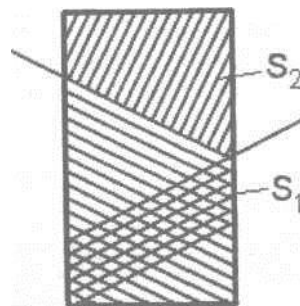


Рисунок 2.5 – Схема взаємного розташування фібрил у зовнішньому (S_1) та середньому (S_2) шарах вторинної стінки волокна

Зовнішній шар волокна називається первинною стінкою і складається з рідкої сітки мікрофібрил, розташованих неупорядковано з зовнішньої сторони і більш упорядковано у внутрішньому шарі, де вони знаходяться майже в поперечному напрямку до осі волокна. Вміст целюлози в цьому шарі невеликий; в основному він складається з геміцелюлоз, лігніну і пектинових речовин. У процесі варіння цей шар майже цілком руйнується і зберігається лише в дуже жорстких целюлозах.[4]

Основна маса волокна припадає на вторинну стінку, яка поділяється на три шари: зовнішній S_1 , середній S_2 і внутрішній S_3 . Ці шари у свою чергу поділяються на тонкі шари мікрофібрил. Зовнішній шар вторинної стінки складається з 2 ... 6 шарів, мікрофібрили яких закручені по спіралі в різні боки під кутом 50 ... 70°, створюючи начебто обплетення волокна (рис. 2.5). Цей шар має високу хімічну стійкість, механічну міцність і відіграє важливу роль у процесі розмелювання, немов обручами стягуючи фібрили основного шару.[4]

Середній шар вторинної стінки S_2 завтовшки найбільший, на його частку припадає більша частина волокна. Він складається з багатьох шарів мікрофібрил, кількість яких залежить від пори року і кліматичних умов. Так, у клітинах весняного росту деревини міститься 30 ... 40 шарів, а в клітинах осіннього росту – до 150 і більше. Відмінною рисою цього шару для багатьох рослин є те, що мікрофібрили у всіх його численних шарах закручені в одному напрямку уздовж осі волокна.

Причому, у кожної рослинної сировини різний напрямок і різні кути закручування спіралей мікрофібрил. Так, у деревини багатьох хвойних порід спостерігається праве закручування під кутом $10 \dots 30^\circ$ до осі волокна, у волокон льону і конопель фібрили розташовані майже паралельно волокну, а в бавовни – під кутом приблизно 45° , причому в різних шарах явно виражений протилежний напрямок, чим і пояснюється складність розмелювання цих волокон.[4]

Внутрішній шар вторинної стінки S_3 ще недостатньо вивчений. Він також складається з декількох шарів мікрофібрил, що закручуються як і в шарі S_1 справа наліво і навпаки. Цей шар має підвищену стійкість до дії кислот, лугів і збудників гнилі.

На рис. 2.6 представлено середній хімічний склад окремих шарів ранньої клітинної стінки (трахеїди) деревини ялини.[4]

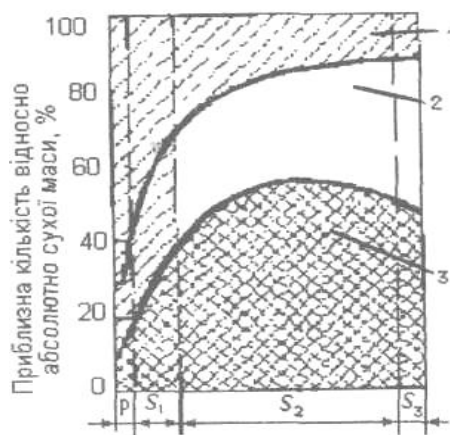


Рисунок 2.6 – Середній хімічний склад основних шарів клітинної стінки відносно абсолютно сухої маси, %: 1 – лігнін; 2 - геміцелюлози; 3 – целюлоза

При зовнішній і внутрішній фібриляціях волокон збільшується їхня питома поверхня і звільняється велика кількість целюлозних гідроксильних груп, за рахунок водневого зв'язку на поверхні волокон утворюють плівку з адсорбованих і

орієнтованих молекул води (рис. 2.7)[4]



Рисунок 2.7 – Водневий зв'язок на поверхні волокна

У результаті адсорбції води на поверхні волокон вони стають більш гнучкими, пластичними, жирними на дотик (адсорбована вода діє як мастило). Це сприяє їхньому кращому контакту і переплетенню між собою при формуванні паперу і картону. При розмелюванні волокон без попереднього набухання у воді або при розмелюванні в неводному середовищі волокна погано фібрилюються, тільки механічно подрібнюються й отриманий з них папір або картон буде пухким і неміцним, як, наприклад, з однієї деревної маси, хоч вона і має високий ступінь млива.

При розмелюванні повітряно-сухих волокон (сухе розмелювання) вода в процесі розмелювання не бере участі, тому волокна в даному випадку не гідратуються і, незважаючи на їхнє укорочування, ступінь млива маси не збільшується, а зменшується, що сприяє кращому її зневоднюванню. При сухому розмелюванні відбувається помітна термомеханічна деструкція волокон, що призводить до істотної зміни їхньої надмолекулярної структури і фізико-хімічних властивостей: зменшується вміст α -целюлози, підвищується істинна щільність, знижується ступінь полімеризації, підвищується адсорбційна здатність тощо. Сухе розмелювання застосовується при одержанні паперу і картону з високими фільтрувальними властивостями, які зазвичай одержуються формуванням у водному середовищі.[4]

Схему водневого зв'язку в папері і картоні може бути подано таким чином (рис. 2.8).[4]

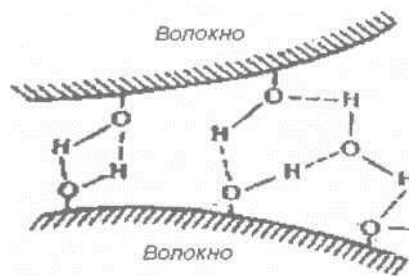


Рисунок 2.8 – Утворення водневого зв'язку в папері і картоні

Необхідно зазначити, що чим нижча температура сушіння, тим вища сила поверхневого натягу води, в результаті чого під більшою дією і ближче один до одного будуть розташовуватися волокна, отже папір і картон будуть щільними і міцними. Величина сил, що зближають волокна завдяки поверхневому натягу води, відповідно до наявних даних, може досягати при сушінні 200 МПа.

Д-р Д. Х. Пейдж (НДІ ЦПП Канади) запропонував теорію розмелювання, визначив 9 наслідків розмелювання: рубання волокна; утворення дріб'язку; повне видалення деяких стінок волокна; зовнішня фібриляція; внутрішні зміни структури стінки комірки (називані розшаруванням, внутрішньою фібриляцією або набряканням); скручування або розпрямлення волокна; поява (або видалення) вузликів, загинів, слизьких поверхонь і мікростискування в стінці комірки; розчинення колоїдного матеріалу; перерозподіл геміцелюлози зсередини волокна назовні; стирання поверхні на молекулярному рівні для одержання більш желеподібної поверхні.[3]

З усього сказаного можна зробити висновок, що на величину міжволоконних зв'язків у папері і картоні впливають такі чинники: природа волокна і ступінь його млива, введення в паперову масу різних наповнювачів і клеїльних речовин, режими відливання, пресування і сушіння на машині та ін. [4].

Теорія процесу формування паперового полотна на сітковому столі

На процес формування паперового полотна на сітці впливають багато факторів, серед яких найважливішими є наступні: ступінь розбавлення маси перед машиною, швидкість надходження маси на сітку, властивості паперової маси, товщина

одержуваного полотна, температура маси, конструкція на початку сіткового столу і стан його складових елементів, рН середовища, хімічні добавки та ін.

Зі збільшенням ступеня розбавлення маси, що надходить на сітку, поліпшуються умови для більш рівномірного розподілу волокон на сітці. Чим тонше вироблене полотно, тим вище повинна бути ступінь розбавлення маси.

Розбавлена водна суспензія добре розмелених целюлозних волокон досить стійка і в якійсь мірі нагадує колоїдний розчин, так як волокна мають негативний заряд і взаємно відштовхуються. Зі збільшенням концентрації маси та довжини волокна збільшується ймовірність утворення осаду, що негативно позначається на якості паперу, на його структурі, просвіті, механічних та інших показниках.[3]

Повітря, що міститься в паперовій масі у вигляді найдрібніших бульбашок, сприяє утворення пластівців в масі, так як на межі розділу фаз повітря – вода – волокно діють сили поверхневого натягу, під дією яких волокно зосереджуються навколо бульбашки, утворюючи флокули. Тому деаерація маси перед відливом сприяє не тільки підвищенню швидкості зневоднення, але й поліпшенню просвіту і якості готової продукції.[4]

У процесі зневоднення маси на сітці утворюється волокнистий фільтруючий шар, який затримує дрібні волокна, частинки проклеюючих речовин і мінеральних наповнювачів. Однак якщо не буде дотримуватися оптимальний режим відливання полотна, наприклад якщо буде інтенсивне зневоднення на початку сіткового столу, коли ще не сформувався потрібної структури фільтруючий шар з волокон, або цей шар буде руйнуватися під дією імпульсів тиску на реєстрових валиках, то разом з водою буде йти велика кількість дрібного волокна та інших компонентів маси. Цьому сприяє також надмірне підвищення вакууму в перших відсмоктувальних ящиках. [4]

На якість паперу великий вплив має співвідношення швидкостей маси, яка надходить на сітку і самої сітки. Якщо швидкість маси значно менше швидкості сітки, то волокна при першому ж торканні сітки будуть захоплюватися нею і орієнтуватися на ній переважно в машинному напрямку, а якщо швидкість маси більше швидкості сітки, то маса буде утворювати на ній потоки, які призводять до утворення поперечних хвиль і смуг.[4]

В'язкість води залежить від її температури. З підвищенням температури вона знижується, і внаслідок цього підвищується швидкість зневоднювання маси.

Сітковий стіл складається у свою чергу з реєстрової частини, відсмоктувальних ящиків і гауч-преса (або гауч-валу). [4]

Паперовий лист утворюється на реєстровій частини сіткового столу. Тут видаляється основна кількість води, що міститься в паперовій масі. На відсмоктувальних ящиках відбувається подальше видалення води з сирого паперового листа під розрідженням, а на гауч-пресі для тієї ж мети застосовується пресування або ще більш високе розрідження, ніж у відсмоктуючих ящиках. При цьому мокре паперове полотно ущільнюється, доводиться до сухості 15 – 20% і стає настільки міцним, що може вже залишити сітку і поступити в пресову частину папероробної машини для подальшого обезводнення і ущільнення методом віджимання між валами. [3]

Теорія процесу пресування паперового полотна

Після сіткового столу, коли сухість паперового полотна досягає 18 – 21%, для подальшого зневоднення паперу необхідно докласти зусилля, більш інтенсивні, ніж на сітковому столі. Це здійснюється в пресовій частині папероробної машини, в міру проходження якої одночасного з підвищенням механічної міцності паперового полотна посилюється і допустимий вплив на нього, що сприяє подальшому обезводненню аж до досягнення полотном паперу сухості 25 – 42%. Одночасно в процесі пресування змінюються багато властивостей паперу, пов'язаних з його ущільненням і зміцненням: підвищується його щільність і прозорість, знижується пористість, повітропроникність і вбірна здатність. [5]

Сушіння паперу

Під час процесу сушіння здійснюється не тільки остаточне зневоднення паперового і картонного полотна шляхом випаровування з нього води, але і відбуваються інші процеси, які визначають якість готової продукції, яка багато в чому залежить від режиму сушіння. У міру видалення води з вологого полотна відбувається подальше зближення волокон за рахунок поверхневого його натягу з утворенням міжволоконних водневих зв'язків, від кількості яких залежить його щільність і

міцність. При сушінні завершується процес проклеювання паперу і картону за рахунок гідрофобізації проклеюючих речовин, що вводяться в паперову масу або наносяться на їх поверхню, а також відбувається процес полімеризації сечовино- і меламіноформальдегідних смол, що додаються в паперову масу, латексів і інших речовин, в результаті чого папір і картон стають вологотривкішими. Тому від температурного режиму сушіння сильно залежать властивості паперу і картону.[4]

З усіх відомих методів сушки паперу і картону найбільш широкого поширення набув контактний спосіб, при якому тепло передається вологому полотну безпосередньо від поверхні сушильних циліндрів, що нагріваються зсередини парою. Цей спосіб, в порівнянні з іншими, ефективніший, тому що має ряд переваг, до яких слід віднести економічність і високу якість полотна, зокрема, відсутність жолоблення і гладкість його поверхні.[4]

Останнім часом для сушіння деяких видів паперу і картону та надання їм підвищеної пористості вдаються до сушіння з тепломеханічним витісненням вологи, при якому відбувається не тільки випаровування води за рахунок підведення відповідної кількості тепла, але і механічне витіснення її шляхом просочування через пори полотна гарячого повітря. Інтенсивність такого сушіння приблизно в 10 разів вища, ніж звичайною контактною.[3]

В даний час всі вказані методи сушіння, стосовно до сушіння паперу і картону, є ефективними лише в сполученні з контактним сушінням, тому доцільно розглянути докладніше будову і роботу сушильної частини машини

Будова і робота сушильної частини машини.

Сушильна частина машини складається з ряду обертових циліндрів (рис. 2.9), обігріваються зсередини парою і розташованих компактно в два або в три яруси в шаховому порядку під витяжним ковпаком. Вона має також сукна, сукносушильні циліндри, сукнотягові валики, механізми заправки полотна, натягу і правки сукон і інше допоміжне устаткування.[3]

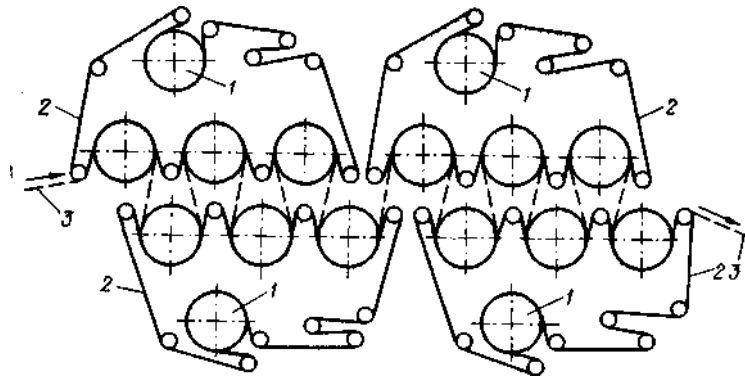


Рисунок 2.9 – Схема розташування циліндрів в сушильній частині машини: 1 – сукносушильний циліндр; 2 – сукно; 3 – полотно.

Основними конструктивними елементами сушильної частини машини є сушильні, сукносушильні і холодильні циліндри.

Каландрування паперу і картону

Для заключного оброблення на машині більшість видів паперу і картону після сушіння і охолодження на холодильних циліндрах направляється в машинний каландр для каландрування. Суть процесу каландрування полягає в тому, що полотно піддається поступово зростаючому механічному тиску каландрових валів, що становить від 80 до 100 кН/м і більше рис2.10. У результаті підвищеного тиску гладких валів, при цьому часткового їх прослизання, відбувається зменшення і вирівнювання товщини полотна по всій його ширині, а також підвищення його гладкості, лиску і щільності.[4]

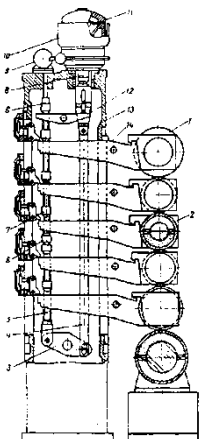


Рисунок 2.10 – Машинний каландр: 1 — металеві вали; 2 — корпус підшипників;

3 — коромисло вилегчування валів; 4 — сполучна тяга; 5 — тяга підйому і притиску валів; 6 — упори притиску валів; 7 — упори підйому і розведення валів; 8 — гвинти підйому валів; 9 — електродвигун механізму підйому валів; 10 — черв'ячний редуктор підйому валів; 11 — діафрагма притиску валів; 12 — коромисло притиску валів; 13 — станина; 14 — важелі валів

2.7. Питомі норми витрат сировини, допоміжних матеріалів і енергоресурсів

Таблиця 2.7 - Питомі норми витрат сировини, допоміжних матеріалів і енергоресурсів

Найменування сировини, енергоресурсів та допоміжних матеріалів	Одиниця виміру	Норми витрат на 1т паперу
Сировина		
1 Целюлоза хвойна сульфатна небілена електроізоляційна – (вологість 10 %)	кг	955
Енергоресурси		
1 Вода виробнича коагульована	м ³	40
3 Електроенергія :	кВт · год	1790
4 Тепло :	Г кал	1,24
Матеріали		
* Гільзи паперові, на 1 рулон: - шириною 500 мм - шириною 750 мм	м пог. -"-	0,50 0,75

Примітка:* при замовленні інших форматів норм витрат кілець дорівнює ширині рулону

Таблиця 2.8 – Питомі норми витрат пакувальних матеріалів

Пакувальні матеріали (на 1 рулон)				
Діаметр рулону, мм	600		800	
Ширина рулону, мм	500	750	500	750
1 Папір пакувальний масою 1 м ² 100г, кг	1,394	1,584	2,144 2,687*	2,365 2,993*
2 Картон пакувальний масою 1 м ² 300г, кг	0,434	0,434	0,726	0,726
3 Плівка поліетиленова товщиною 80 мкм, кг	0,276	0,322	0,608	0,608
4 Клей силікатний, кг	0,4	0,45	0,45	0,5
5 Етикетки, шт.	4	4	4	4
6 Пробки, шт.	2	2	2	2

Примітка:* - пакування рулонів паперу в 7 шарів[5]

СПЕЦИФІКАЦІЯ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Таблиця 2.8.1.

Номер позиції по технологічній схемі	Найменування обладнання	Тип або марка обладнання, завод виготовлювач (країна, фірма)	Основна технічна характеристика обладнання		Основний конструкційний матеріал	Ілкість
			Параметри обладнання	Значення показника		
1	2	3	4	5	6	
1	Завантажувальний транспортер гідророзбивача з вагами	ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн»	Діапазон зважування, кг Потужність приводу, кВт	0 – 1000 1,1	Опорні деталі, привід - металеві	1
2	Гідророзбивач целюлози	ГРВ – 01 Верхньодніпровський завод папероробного устаткування	Продуктивність, т /добу Місткість, м ³ Діаметр ванни, мм Висота, мм Потужність електродвигуна, кВт Частота обертів, хв ⁻¹	6 -12 6,4 2100 1850 25 390	нержавіюча сталь	1
30	Гідророзбивач сухого браку	ГРВ – 01 Верхньодніпровський завод папероробного устаткування	Продуктивність, т /добу Місткість, м ³ Діаметр ванни, мм Висота, мм Потужність електродвигуна, кВт Частота обертів, хв ⁻¹	6 -12 6,4 2100 1850 25 390	нержавіюча сталь	1

Продовження таблиці 2.8.1.

1	2	3	4		5	
3	Приймальний басейн сирої маси	Вертикального типу	Місткість, м ³ Потужність ел.двигуна, кВт	44 40	нержавіюча сталь	1
4	Магнітний сепаратор	АМС – 4	Потужність електродвигуна барабана, кВт	0,75	Корозійностійке виконання	1
5	Здвоєний енштипер	Австрія, фірма “Фойт”	Потужність електродвигуна, кВт Масова частка волокна, % Продуктивність, т/добу а.с.в. Діаметр ротора, мм	70 до 6,0 10-35 237	Чавун, кислототривка хромонікелева сталь	1
6	Здвоєний дисковий рафінер	Австрія, фірма “Фойт”	Потужність електродвигуна, кВт Частота обертання двигуна, об/хв Масова частка волокна, %	160 1000 4,5	Чавун, кислототривка хромонікелева сталь	6
7	Приймальний басейн №1	Горизонтальний, циркуляційний пристрій ЦУ – 05 заводу ім.Калініна	Місткість, м ³ Потужність електродвигуна, кВт Частота обертів хв ⁻¹	50 17 1450	залізобетон, сталь	1

Продовження таблиці 2.8.1.

1	2	3	4		5	
8	Композиційний басейн	Горизонтальний, циркуляційний пристрій ЦУ – 05 заводу ім.Калініна	Місткість, м ³ Потужність електродвигуна, кВт Частота обертів хв ⁻¹	70 17 1450	залізобетон, сталь	1
9	Ящик постійного рівня	По кресленнях КБ ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн»	Місткість, м ³	0,5	нержавіюча сталь	2
11	Одноступенева центриклинерна установка	Австрія, фірма “Фойт	I ступінь - продуктивність, л/хв - масова частка волокна, %	600 0,6	Хромнікелемолібденова сталь	2
12	Вертикальна сортувалка	Австрія, фірма “Фойт	Продуктивність, л/хв Масова частка волокна, % Потужність електродвигуна, кВт Потужність, що споживає електродвигун, кВт Сито із отворами, мм	4000 0,3 - 0,5 15 9 - 14 0,45	Хромнікелемолібденова сталь	2

Продовження таблиці 2.8.1.

1	2	3	4		5	
10	Змішуючий насос	Німечина, фірма Сіменс	Електродвигуни - кількість - потужність, кВт Габаритні розміри, мм - довжина - ширина - висота Площа сита, м ² Масова концентрація суспензії що надходить, г/л	2 0,75 1450 1162 970 0,5 7-15	нержавіюча сталь	2
13	Заспокійливий бак паперової маси	ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн»	Місткість, м ³	0,5	нержавіюча сталь	2
15, 16	Напірний пристрій	ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн»	-	-	нержавіюча сталь	2

Продовження таблиці 2.8.1.

1	2	3	4		5	
17, 18	Сітковий стіл : нижній верхній регістрові валики гідропланки тряска відсмоктуючі ящики: щілинні коса перфорація дирчата перфорація гауч – вал сіпководучий вал вакуум- пересмоктуючий пристрій	Відсмоктувальний камерного типу	довжина, мм	13550	сталь, гума поліетилен, сталь	6
			довжина, мм	13000		
			діаметр, мм	120	поліетилен, сталь	
			ширина, мм	65 (60)		
			двохзонна			
			ширина, мм	220	поліетилен, тек століт	4
			діаметр, мм	800	сталь, бронза	
			діаметр, мм	400	сталь, бронза	0
			діаметр, мм	600	сталь, бронза	
23	Пресо́ва частина: Передатний прес	Нижній відсмоктуючий вал	діаметр, мм	750	сталь, бронза	1
	І прес (відсмоктувальний)	- нижній відсмоктувальний вал	діаметр, мм	650	сталь, бронза	1
		- верхній вал	діаметр, мм	650	граніт, сталь	1

Продовження таблиці 2.8.1.

1	2	3	4		5	
24	II прес (прямий звичайний)	нижній вал	діаметр, мм	650	гума, сталь	1
		верхній вал	діаметр, мм	650	граніт, сталь	1
	III прес (прямий звичайний)	нижній вал	діаметр, мм	650	гума, сталь	1
		верхній вал	діаметр, мм	650	граніт, сталь	1
25	Сушильна частина :	-паперосушильні циліндри	діаметр, мм	1500	сталь, чавун	14
		-сукносушильні циліндри	діаметр, мм	1000	сталь, чавун	6
20	Гауч – перемішувач	ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн»	місткість, м ³	15 в.с. 25 н.с.	залізобетон	1 1
21, 22	Збірник зворотної води	ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн»	місткість, м ³	25	нержавіюча сталь	2
26	Машинний каландр	ЗАТ ”Петрозаводськмаш” вал плаваючий вал привідний вал верхній	потужність електродвигуна, кВт робоча швидкість, м/хв діаметр, мм діаметр. мм діаметр, мм	50 50-120 500 500 370	Чавун відбіленим шаром, сталь	3 2 1 1

Продовження таблиці 2.8.1.

1	2	3	4		5	
27	Тамбурний накат	периферійний	діаметр барабану накату, мм	1000	нержавіюча сталь	1
31	Басейн зворотних відходів №12	Горизонтальний, циркуляційний пристрій типу Ц-05 з-д ім.Калініна	місткість, м ³ потужність ел.двигуна, кВт частота обертів, хв ⁻¹	50 17 1450	залізобетон, сталь	1
28	Поздовжньо-різальний верстат м.С5-201.00.000	Власного виробництва по кресленнях КБ	розміри станка, мм: -довжина -висота маса, кг обрізна ширина, мм швидкість максимальна, м/хв	7300 2230 18130 2520 1200	сталь чавун	1
29	Бобінорізальний верстат	С4-21 з-д ім. 2 П'ятирічки	Робоча швидкість, м/хв Діаметр рулону найбільший, мм Діаметр бобіни найбільший, мм Електродвигун: потужність, кВт - число обертів, хв ⁻¹	30 – 400 600 650 6 1500	Нерж. сталь	2
33	Система регулювання та контролю «Тригла»	Україна , Київ				1

Продовження таблиці 2.8.1.

1	2	3	4		5	
32	Басейн обігової води	ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн»	Міскість, м3	50	Нержавіюча сталь	1
14	Стічні канали	ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн»			Залізо-бетон Нержавіюча сталь	1
34	Установка-Реактор - бункер -шнековий транспортер -реактор	ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн»	Міскість,м3	1	Нержавіюча сталь	1
			Електродвигун: потужність, кВт	12	Нержавіюча сталь	1
			- число обертів, хв ⁻¹	800		
			Міскість,м3	5		1
			Потужність електродвигуна, кВт	17	Нержавіюча сталь	
			Частота обертів хв ⁻¹	1450		
35	Акумулююча ємність	ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн»	Місткість,м3	10	Нержавіюча сталь	1
			Потужність електродвигуна, кВт	17		

			Частота обертів хв ⁻¹	1450		
19	Вал-ламбрекер -пневмо циліндр -пневмо подушка	ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн»	Діаметр валу,мм Діаметр поршня ,мм	250 150	Гума, сталь Сталь Гума	1 1 1
31	Басейн зворотного волокна	ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн»	Місткість,м3	50	Бетон, нержавіюча сталь.	1
32	Басейн освітлених вод	ПрАТ «Малинська паперова фабрика Вайдманн»	Місткість,м3	50	Нержавіюча сталь	1

2.8. Механіко – енергетична частина

Виробнича потужність технологічного потоку розраховується за основним обладнанням, це ПРМ. Для вироблення паперу кабельного вибрано двосіткову ПРМ марки Б-53.

Технічна характеристика двосіткової ПРМ марки Б-53:

Обрізна ширина полотна, мм – 2520.

Продуктивність, т/добу – 3 ... 15.

Швидкість за приводом, м/хв – 150 .

Робоча швидкість під час виробництва кабельного паперу, м/хв – 75.

Сіткова частина складається з 2-х горизонтальних сіткових столів: довжина нижнього сіткового столу – 13550 мм, верхнього – 13000 мм.

Сушильна частина включає: сушильних циліндрів – 12 шт., холодильних циліндрів – 2 шт., сукносушильних циліндрів – 6 шт.

Вага машини (без електрообладнання та запчастин), т – 455 .

Годинна продуктивність папероробної машини розраховується за наступною формулою:

$$Q = 0,06 \cdot B \cdot V \cdot g \cdot K_1 \cdot K_2,$$

де, Q – продуктивність машини, кг/год;

B – обрізна ширина паперового полотна на накаті, м;

V – робоча швидкість машини на накаті, м/хв ;

g – маса 1 м² паперу, г;

K_1 – коефіцієнт, який враховує холостий хід машини, $K_1 = 0,92 - 0,98$;

K_2 – коефіцієнт виходу паперу нетто з брутто, $K_2 = 0,95 - 0,98$.

$$Q_{\text{год}} = 0,06 \cdot 2,520 \cdot 75 \cdot 112 \cdot 0,95 \cdot 0,98 = 1182,44 \text{ кг/год}$$

$$Q_{\text{доб}} = 1182,44 \cdot 22,5 = 26605,0 \text{ кг/доб} \approx 27 \text{ т/доб}$$

$$Q_{\text{річна}} = 26605,0 \cdot 345 = 9178725 \text{ кг/рік} \approx 9200 \text{ т/рік}$$

Отже, річна потужність ПРМ становитиме 9200 т/рік.

Число млинів працюючих послідовно в потоці

Приріст ступеню млива за один прохід маси через млин – 4-5⁰ ШР.

$$(42 - 14)/5 = 6 \text{ млинів.}$$

Встановлюємо 6 дводискових рафінери.

Гідророзбивач

Для розпуску хвойної целюлози обираємо гідророзбивач типу ГРВн-5 , що має наступні характеристики:

- місткість ванни – 5 м³;
- продуктивність – 18 – 60 т/добу;
- потужність електродвигуна – 75 кВт;
- діаметр отворів сита – 3, 6, 12 мм;
- діаметр патрубку для виходу маси - 200 мм
- матеріал – нержавіюча сталь.

Кількість гідророзбивачів типу ГРВн-24 розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{P_{\text{доб}}}{P_{\text{добГРВ}}} = \frac{25}{27} = 0.92 = 1 \text{ шт.}$$

Сортувалка

Виходячи із добової продуктивності папероробної машини обираємо Сортувалку фірми «Фойт» .Її технічні характеристики наведені нижче:

- продуктивність – 10 – 40 т/добу;
- площа сита – 0,64 м²;
- концентрація маси – 0.3-0.5 %;
- перепад тиску – 0,015 – 0,035 Мпа;
- кількість лопатей – 3 шт.;
- частота обертання ротора – 300 хв-1;
- потужність електродвигуна – 15 кВт;
- габаритні розміри – 1,43 × 1,04 × 1,05 м;

Розрахуємо . Для цього використаємо наступну формулу:

$$N = \frac{Пдоб}{ПдобСор} = \frac{27}{40} = 0.67 = 1 \text{ шт}$$

Здвоєний енштипер

Обираємо здвоєний енштипер фірми «фойт», який має наступні технічні характеристики:

- продуктивність – 10 – 35 т/добу;
- діаметр ротора – 237 мм;
- кількість робочих зон – 3 шт.;
- частота обертання ротора – 3000 об/хв;
- габаритні розміри – 1,57 × 0,41 × 0,58 м;
- маса – 0,68 т.

Кількість розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{Пдоб}{ПдобЗд. Е} = \frac{27}{35} = 0.74 = 1 \text{ шт}$$

Установка-реактор

- місткість 5м³;
- потужність електро двигуна 17 кВт;
- частота обертів 1450об/хв;
- продуктивність 20-30т/добу

Необхідну кількість обраховуємо:

$$N = \frac{Пдоб}{ПдобУ - Р} = \frac{27}{30} = 0.9 = 1 \text{ шт}$$

Машинний каландр

Обираємо машинний каландр, чотирьох вальний фірми ЗАТ «Петрозаводськмаш»

- діаметр валів 500мм;
- потужність електро двигун 50кВт;
- швидкість 50-120м/хв.

2.9. Розрахунок теплового балансу

Вихідні дані		
Продуктивність, кг/год.	G	1182,44
Початкова вологість матеріалу, %	W_1	64
Кінцева вологість матеріалу, %	W_2	5
Початкова температура матеріалу, °C	t_1	20
Початкова температура повітря, °C	θ_1	15
Початкова вологість повітря, %	F_1	0,4
Кінцева температура повітря, °C	θ_4	60
Кінцева вологість повітря	F_2	0,84
Температура повітря після теплообмінника, °C	θ_2	30
Температура грючої пари, °C	$\theta_{\text{пар}}$	133
Тепловий баланс сушки		
Стаття приходу/використання тепла		Кдж/ч
Прихід тепла		
1. З парою, що поступає в сушильні циліндри		5495685,162
2. З парою, що поступає в калорифер		382382,7596
3. Тепло яке використовується в теплообміннику		246764,6334
Всього		6124832,555
Використання тепла		
1. На підігрів матеріалу		419214,3947
2. На сушку в 2-му, 3-му періодах		4919831,726
3. На втрати у навколишнє середовище		45492,53445

4. На втрати із невикористаним повітрям		24676,46334
5. На підігрів повітря в теплообміннику		246764,6334
6. На втрати з повітрям, що уходить		468852,8034
Всього		6124832,555
Результати розрахунку		
Використання пари в сушильній частині, кг/ч	D_1	2503,284228
Використання пари в калориферах, кг/ч	D_2	174,1753217
Загальне використання пари, кг/ч	D	2677,45955
Використання пари на 1 кг матеріалу, кг/ч	$D_{уд}$	2,264351299
Кількість повітря, що подається в сушку, кг/ч	L	16352,8388
Кількість свіжого повітря, кг/ч	L_9	17988,12268
Поверхня теплопередачі для підігріву сушки, m^2	F_1	5,151636186
Поверхня теплопередачі для сушки, m^2	$F_{2,3}$	75,28111612
Загальна поверхня теплопередачі, m^2	F	80,43275231
Температура повітря на вході в суш. частину, $^{\circ}C$	θ_3	53,2437741
Температура матеріалу при сушці з пост. швид., $^{\circ}C$	t_2	60
Середня температура матеріалу в 2 та 3 періодах, $^{\circ}C$	t_4	78,9
Середня температура матеріалу, $^{\circ}C$	t_5	40
Температура матеріалу після сушки, $^{\circ}C$	t_3	113,55

3 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

Будівля цеху з виготовлення паперу кобельного збірна залізобетонна, має два поверхи. На першому поверсі будівлі розміщені басейни та насоси. На другому поверсі розміщені: рафінери, центриклінери, вузлоуловлювач, двосіткова папероробна машина, каландр та накат. Довжина будівлі 156 м, висота 18 м, ширина 30 м. Будівля цеху складається з 26 колон кроком 6 м. Будівля розділена двома температурними швами. Ширина воріт 5м висота 6 м. Двері відкриваються назовні. Розміри коридорів 1.5 м, проходів – 1, м, двері 1 м, майданчики та сходи – 1,4 м. Фундамент, на який спираються колони будівлі стовпчастого типу, багатоблокові. Глибина заставляння фундаменту 1,5 м. Фундамент збірний залізобетонний. [7]

4 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ

Відповідно до технологічної частини проекту ,який реконструюється мають місце шкідливі, пожежонебезпечні та вибухові речовини і матеріали. Використовується електрична, теплова, механічна енергія, енергія стислого повітря, газу, внутрішньоцеховий транспорт, мостові крани, стрічкові транспортери.

У магістерській дисертації на тему: «Реконструкція технологічного потоку ПрАТ «Малинська паперова фабрика-Вайдманн» з виробництва паперу кабельного» розроблено технологічний потік і відповідні заходи забезпечення безпечних умов праці, пожежної та екологічної безпеки.

Умови роботи на робочому місці оператора:

Оператор знаходиться в спеціально обладнаній кімнаті – операторській.

Площа операторської $S = 34 \text{ м}^2$, об'єм $V = 108,4 \text{ м}^3$

Під час експлуатації обладнання на оператора, який обслуговує технологічну лінію з виробництва кабельного паперу, можуть діяти небезпечні і шкідливі виробничі загрози:

- підвищена чи знижена температура і відносна вологість повітря ;
- підвищений рівень шуму;
- небезпечний рівень напруги ;
- пожежна небезпека на робочому місці;

Сировина, проміжні і готові продукти, відходи виробництва не володіють шкідливими, вибухонебезпечними і токсичними властивостями. [12]

Основним забрудненням стічних вод в паперовій промисловості є витрати свіжої води в проекті передбачено: повторне використання зворотної води замість свіжої, застосування вискоєфективної апаратури для цехового очищення. Для очищення стічних вод використовується механічний метод . Механічне очищення передбачається для видалення зважених речовин у відстійниках. Для цієї мети застосовуються ґрати і осадження речовин у відстійниках. Механічне очищення забезпечує видалення зважених речовин на 90-95%. [12]

5 СТАРТАП ПРОЕКТ

1 Опис ідеї проекту

Метою розробки стартап-проекту є проведення маркетингового аналізу можливості ринкового впровадження результатів магістерської дисертації.

Суть стартап-проекту полягає у впровадженні інноваційних технологій виробництва одного із видів картонно-паперової продукції - кабельного паперу, для чого запропоновано реконструкцію технологічного потоку ПрАТ «Малинська паперова фабрика - ВАЙДМАНН» з виробництва кабельного паперу. Для цього на нижньому формуючому столі, на гауч-вал пропонується встановити додатковий вал ламбрекер, що дасть можливість більш якісно проводити зневоднення паперового полотна і додатково зменшити вологість паперового полотна на 1-1.5%. Це, у свою чергу, дозволить знизити витрати пари у сушильній частині ПРМ і зменшить собівартість продукції.

Для покращення контролю дотримання визначених значень параметрів технологічного процесу пропонується встановити скануючу систему регулювання та контролю «Тригла», що дозволить оперативно здійснювати регулювання технологічних параметрів у реальному часі.

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї наведено в табл. 5.1 (чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників) порівняно із пропозиціями конкурентів, що включає визначення переліку техніко-економічних властивостей та характеристик ідеї; визначення попереднього кола конкурентів (проектів-конкурентів) або товарів-замінників чи товарів-аналогів, що вже існують на ринку, та проведено збір інформації щодо значень техніко-економічних показників для ідеї власного проекту та проектів-конкурентів відповідно до визначеного вище переліку та наведено порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначено показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні).

Таблиця 5.1 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту.

№	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			W	N	S
		ПрАТ «Вайдманн-МПФ»	ООО «Союз Електро»	ЗОВ Торговий дім «Тантал»		+	
1	Доступність вихідної сировини, %	100	100	90		+	
2	Можливість використання в ЦПП	+	+	+		+	
3	Вартість виготовлення	низька	середня	Висока			+
4	Складність виготовлення	середня	Висока	Висока		+	
5	Екологічність	висока	Середня	Низька			+

Задача визначення слабких, нейтральних та сильних характеристик є основною, оскільки вона формує конкурентоспроможність.

Запропанований товар, як впливає з табл. 5.1, є конкурентоспроможним на ринку і може приносити прибуток за невеликий термін.

2. Технологічний аудит ідеї проекту

Таблиця 5.2 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Додатковий вал ламбрекер.	Технологія виготовлення готової продукції	Наявна	Доступна автору проекту
2	Система регулювання та контролю «Тригла»			

Технологічна реалізація проекту можлива в рамках технології виготовлення готової продукції.

3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.

Таблиця 5.3 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку ЦПП	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	1. ПрАТ «Вайдманн-МПФ»; 2. ООО «Союз Електро»;
2	Загальний обсяг продаж, тис. грн	1. 40000000; 2. 20500000;
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Лідуючі позиції провідних підприємств в галузі ЦПП, які в 1,5-2 рази перевищують обсяги виробництва даного виду готової продукції
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Наявні
6	Середня норма рентабельності в галузі, %	5.5

Виходячи із попереднього оцінювання ринок є привабливим для торгівлі.

Таблиця 5.4 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1.	Використання у процесі виробництва кабелів до 35 КВ	Фізичні особи-підприємці	Технічний регламент, цінова політика, неналагоджена система закупівлі, для особистих потреб	- до продукції: відповідність ТУ; - до компанії-постачальника: оформлення необхідного пакету документів на умовах продаж/купівля.
		Виробники	Технічний регламент, цінова політика, налагоджена система закупівлі, безпосередньо для виробництва гофрокартону та упаковки	- до продукції: відповідність ТУ; - до компанії-постачальника: заключення договору про співпрацю

Таблиця 5.5 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Війна	Відносини між країнами	Пошук альтернативних джерел збуту готової продукції
2.	Рівень розвитку виробництва	Обмеження в асортименті продукції, що випускається	Модернізація, автоматизація та реконструкція
3.	Інновації зі сторони конкурентів	Створення нової продукції	Обмін досвідом з компаніями галузі ЦПП, залучення молодих фахівців
4.	Старіючий персонал	Недосвідчені спеціалісти	Проведення тренінгів для молодих фахівців
5.	Непорозуміння між працівниками	Зниження якості виконуваної роботи	Запровадження системи покарань
6.	Погодні умови	Перебої в поставці сировинної бази	Включення у договір про співпрацю до пункту «Форс-мажор»
7.	Завищена ціна.	Зменшення попиту	Розроблення системи знижок для компаній-партнерів
8.	Постачання продукції з браком.	Система керування за якістю готової продукції не задовольняє потреби	Відшкодування в розмірі встановленим клієнтом
9.	Соціальні мережі.	Розкриття комерційної таємниці	Захист інформації

Таблиця 5.6 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Зовнішня політика країни	Експорт	Налагодження системи реалізації товару
2.	Конкуренція	Зменшення собівартості продукції та нарощення виробництва	Пошук та заохочення нових клієнтів
3.	ЗМІ	Піар	Висвітлення інформації про позитивну сторону компанії

Таблиця 5.7 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції - чиста	Безпосередній вплив на ситуацію на ринку несуть інновації та вигідні пропозиції	Запровадження системи знижок, акцій
2. За рівнем конкурентної боротьби - національні	Першочергово необхідно орієнтуватися на національний ринок,	Розширення та збільшення виробничих потужностей, задля майбутнього виходу на ринок на рівні країни

	лише згодом на міжнародний	
3. За галузевою ознакою - внутрішньогалузева	Виробництво паперу КМ-140	Оновлення технології
4. Конкуренція за видами товарів - товарно-видова	Конкуренція між товарами одного виду	Зменшення собівартості готової продукції шляхом запровадження новітніх технологій та матеріалів в процесі її виробництва
5. За характером конкурентних переваг - цінова	Замовника зацікавлює приваблива ціна	Розроблення системи знижок та акцій для клієнтів
6. За інтенсивністю - марочна	Торгова марка/бренд керує ринком	Підтримання репутації компанії

Таблиця 5.8 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	1. ООО «Союз Електро»	Економія на масштабах; наявність товарних знаків; розмір капіталовкладень; доступ до	Концентрація постачальників; значення розміру поставок для постачальників	Розмір закупівель; система інформації; торгівельні знаки; контроль якості	Ціна; лояльність споживачів

		каналів розподілу			
Висновки:	Інтенсивна конкурентна боротьба з боку прямих конкурентів	- можливості входу в ринок є. - потенційних конкурентів немає	Постачальники не диктують умови роботи на ринку	Клієнти диктують умови роботи на ринку, а саме: своєчасна поставка, достовірна інформація про товар та вимоги до його якості	Програми лояльності зі сторони конкурентів

З огляду на конкурентну ситуацію принципова можливість роботи на ринку присутня. Щоб бути конкурентно-спроможним на ринку, проект повинен мати наступні характеристики (сильні сторони): забезпечувати своєчасну поставку готової продукції, надавати повну характеристику товару, відповідати вимогам якості та запровадити програму лояльності для компаній-партнерів.

Таблиця 5.9 – Обґрунтування факторів конкурентної спроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1.	Своєчасна поставка товару	Реконструкція технологічного потоку дозволяє налагодити безперебійний випуск продукції, в

		свою чергу, підвищити продуктивність та виконання замовлень від клієнтів вчасно
2.	Достовірне та цілковите інформування.	Прозорість зі сторони постачальника
3.	Високі показники якості готової продукції	За рахунок впровадження інновацій та розширення сировинної бази
4.	Системи знижок, акції та програми лояльності для клієнтів	Гнучка політика підприємства по відношенню до клієнтів

Таблиця 5.10 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Своєчасна поставка товару	17						+	
2	Достовірне та цілковите інформування	17							+
3	Високі показники якості готової продукції	19						+	
4.	Системи знижок, акції та програми лояльності для клієнтів	19	+						

Таблиця 5.11 – SWOT-аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Високоякісний продукт -своєчасна поставка товару -достовірне та цілковите інформування. 	<p>Слабкі сторони:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Системи знижок, акції та програми лояльності для клієнтів
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Можливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> - експорт; - зменшення собівартості продукції та нарощення виробництва; - готовність поділитися досвідом з молодим поколінням спеціалістів; - піар. 	<p>Загрози:</p> <ul style="list-style-type: none"> - відносини між країнами; - обмеження в асортименті продукції, що випускається; - збільшення кількості лікарняних; - створення нової продукції; - недосвідчені спеціалісти; - зниження якості виконуваної роботи; - перебої в поставці сировинної бази; - зменшення попиту; - система керування за якістю готової продукції не задовольняє потреби; - розкриття комерційної таємниці.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Таблиця 5.12 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Нарощення виробничих потужностей	Присутня, проста	5 місяців – 1.6 рік.
2.	Розширення клієнтської бази на рівні країни	Присутня, середньої тяжкості	2-2,5 року.

Виходячи з результатів аналізу було обрано альтернативу № 1 ринкової поведінки.

4. Розроблення ринкової стратегії проекту.

Таблиця 5.13 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	Фізичні особи-підприємці	Присутня	Присутній періодичний попит	Середня інтенсивність	Присутність незначної конкуренції перешкоджає входу у сегмент
2.	Виробники високовольтних кабелів.	Присутня	Потенційний попит є значним	Значний рівень конкуренції	Ввійти у сегмент важко, оскільки на ринку вже є провідні виробники даного виду продукції

Які цільові групи обрано:

- виробники високовольтних кабелів;

За результатами аналізів потенційних груп споживачів було визначено стратегію охоплення ринку – диференційований маркетинг.

Таблиця 5.14 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1.	Нарощення виробничих потужностей	Диференційований маркетинг	Для кожного із сегментів розробляється окрема програма ринкового впливу	Стратегія диференціації

Таблиця 5.15 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента.	Стратегія конкурентної поведінки
1.	Ні	Буде переорієнтовувати існуючих	Основна мета даного проекту і конкурентів –	Стратегія виклику лідера

		споживачів у конкурентів, тому що ринок переповнений, а завдяки інноваціям та зменшенню собівартості готової продукції є можливість зайняти передові позиції	забезпечення ринку продукцією відповідної якості, згідно стандартних вимог	
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------	--

Таблиця 5.16 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1.	Відповідність ТУ, оформлення необхідного пакету документів на умовах продаж/купівля або заключення договору про співпрацю	Стратегія диференціації.	Для кожного із сегментів розробляється окрема програма ринкового впливу	1.Гнучка політика підприємства. 2.Високі показники якості. 3.Приваблива ціна.

5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.

Таблиця 5.17 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1.	Забезпечення ринку продукцією відповідної якості, згідно стандартних вимог, з метою подальшого її використання в процесі виробництва кабелів до 35KV	Індивідуальний підхід, у виконанні замовлення, до кожного із клієнтів	Гнучка політика підприємства по відношенню до клієнтів, співвідношення «приваблива ціна/високі показники якості товару»

Таблиця 5.18 – Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари- замінники	Рівень цін на товари- аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1.	120-180 грн/кг.	240-270 грн/кг.	Вище середнього – високий.	220-260 грн/кг.

Ціни взяті середні з інтернет аукціонів.

Таблиця 5.19 – Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1.	Клієнт на періодичній/постійній основі здійснює замовлення та	Надати необхідну інформацію, забезпечити	Нульовий рівень (прямі	Власна (проводити збут

	вимагає необхідний пакет документів	своєчасну поставку товару	канали розподілу)	власними силами)
--	-------------------------------------	---------------------------	-------------------	------------------

Таблиця 5.20 – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
.	Моніторинг ринку, оцінка наявних пропозицій, отримання інформації про товар	Формальні (офіційні)	Гнучка політика підприємства, високі показники якості, приваблива ціна	Донести інформацію про товар	«Високоякісний картон за привабливою ціною»

Висновки.

На основі проведеного дослідження, можна зробити висновок, що впровадження даного стартап-проекту незважаючи на наявну конкуренцію, може вважатися перспективним. Даний стартап проект являється одним з джерел додаткового надходження коштів та нарощення потужностей товариства. Отже продукція ПрАТ «Вайдманн-МПФ» має досить високу конкурентну спроможність на ринку паперу. За допомогою цього проекту відкриваються нові можливості та знайдуться на продукцію підприємства нові клієнти.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналітичний огляд літератури щодо визначення нових технологічних рішень із виробництва паперу кабельного. Обґрунтовано інноваційні зміни в технологічному потоці.
2. Вдосконалено технологічну схему виробництва кабельного паперу марки КМ-140, що забезпечить підвищення продуктивності, збільшення економії і зменшення собівартості паперу. Проаналізовано всі ланки та процеси виробництва. Наведено вимоги до сировини та готової продукції.
3. Наведено теоретичні відомості про основні технологічні процеси виробництва кабельного паперу: розмелювання, формування, пресування і сушіння.
4. Розраховано матеріальний баланс волокна та води. На 1 тону паперу кабельного потрібно 954.85 кг целюлози електроізоляційної і 39.9 т води.
5. Розраховано основне технологічне обладнання виробництва паперу кабельного.
6. Проведено розрахунок теплового балансу процесу сушіння паперу. На сушіння 1 кг паперу витрачається 2,2 кг пари на годину.
7. Наведено об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі цеху з виробництва кабельного паперу.
8. Проаналізована техніка безпеки на виробництві. Охарактеризовані основні фактори небезпеки.
9. Розроблений стартап проект для підвищення рентабельності та зменшення собівартості продукції. Доведено, впровадження стартап-проекту є перспективним, а продукція має високу конкурентну спроможність на ринку паперу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://voith.com/aut-en/index.html>
2. Е.Г. Смирнова, Н.М. Журавлева, Д.В. Кизеветтер, А.С. Резник.
Перспективы применения хитин-глюканового комплекса *aspergillus niger* в композиции электроизоляционных видов бумаги/ Химия растительного сырья. 2019. №3. С. 315–323.
3. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону: навчальний посібник для вузів. – К.: ЕКМО, 2002, 396с.
4. Фляте Д.М. Технология бумаги. - М.: Лесн. Пром-сть, 1988.-440с.
5. Иванов С.Н. Технология бумаги. – 2е изд., М.: Лесн. Пром-сть, 1970. 696с.
6. Жудро С.Г. Технологическое проектирование целлюлозно-бумажных предприятий. Изд. 2-е, переработ. – М.: Лесн. Пром-сть, 1970. – 224
7. ПрАТ «Малинська паперова фабрика-Вайдман» - Електронний ресурс. -Режим допуску: <http://www.weidmann-mpm.com>.
8. Резник А.С. Повышение термостабильности компонентов высоковольтной бумажно-пропитанной изоляции путем структурной модификации целлюлозной бумаги: дис. ... канд. техн. наук. СПб, 2017. 182 с.
9. Бондарева В.Н. Деструкция бумажной изоляции силовых трансформаторов в эксплуатации: автореф. дис. .канд. техн. наук. М., 2006. 16 с.
10. Журавлева Н.М., Кизеветтер Д.В., Резник А.С., Смирнова Е.Г., Хрипунов А.К. Электрофизические характеристики бумажно-пропитанной изоляции при модификации целлюлозной основы биополимером // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. Естественные и инженерные науки. 2018. Т. 24, №1. С. 75–86. DOI: 10.18721/JEST.24.1.7.
11. Пузырев С.А. Испытание бумаги и картона - М.: Лесн. Пром-сть, 1996 – 309с.
12. Максимов В.Ф. Охрана труда в целлюлозно-бумажной промышленности – М: Лесная промышленность, - 1985 – 352 с.